

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Інженерно-фізичний факультет

Кафедра ливарного виробництва чорних та кольорових металів

«На правах рукопису»
УДК 621.74

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри
_____ М.М. Ямшинський
(підпис) (ініціали, прізвище)

« ____ » _____ 2019 р.

Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності 136 Металургія

на тему: «Ливарний комплекс машинобудівного заводу з розробленням технології виготовлення сталевих виливків»

Виконав: студент II курсу, групи ФЛ-81мп

Павлик Владислав Геннадійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Науковий керівник

к.т.н., доц. Ямшинський М.М.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультант з економічно-
організаційної частини

к.т.н., доц. Нараєвський С.В.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультант
з нормоконтролю

к.т.н., доц. Федоров Г.Є.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2019 р.

Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

Факультет інженерно-фізичний

Кафедра ливарного виробництва чорних та кольорових металів

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність 136 Металургія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ М.М. Ямшинський

(підпис)

(ініціали, прізвище)

“ _____ ” _____ 2019 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Павлику Владиславу Геннадійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації: Ливарний комплекс машинобудівного заводу з розробленням технології виготовлення сталевих виливків,
науковий керівник к.т.н., доцент Ямшинський Михайло Михалович
затверджені наказом по університету від “ _____ ” _____ 20__ року № _____
2. Термін подання студентом дисертації: “ _____ ” _____ 20__ року
3. Вихідні дані: 3.1 Номенклатура виливків ливарного цеху; 3.2 Креслення деталей «Поршень», «Фланець»; 3.3 Серійність виробництва 2420 тон придатних виливків за рік; 3.4 Матеріали переддипломної практики.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки: 4.1 Аналіз виробничої програми цеху; 4.2 Режими роботи і фонди часу 4.3 Проектування ливарного цеху. 4.4 Розроблення технологічного процесу виготовлення виливка «Поршень»; 4.5 Розроблення технологічного процесу виготовлення виливка «Фланець». 4.6. Проектування ливарного устаткування. 4.7. Організаційно-економічна частина; 4.8 Основні правила безпеки і охорони праці; 4.9 Бізнес-проект.
5. Орієнтовний перелік графічного матеріалу: 5.1 План цеху; 5.2 Розріз цеху; 5.3 Технологія ливарної форми основного виливка (3 аркуші); 5.4 Технологія ливарної форми другого виливка (1 аркуш); 5.5 Технологічне устаткування; 5.6 Порівняльні _____ техніко-економічні _____ показники.

6. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічно-організаційна частина	Нараєвський С.В., доц		
Нормоконтроль	Федоров Г.Є., доц		

7. Дата видачі завдання: “___” _____ 20__ року

Календарний план

№ з/	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської	Примітка
1	Переддипломна науково-виробнича практика. Аналіз результатів практики	02.09...27.10.2019р.	
2	Аналіз виробничої програми	29.10...03.11.2019р.	
3	Проектування основних і допоміжних виробничих відділень і дільниць	04.11...15.11.2019р.	
4	Розроблення технологічної частини роботи	16.11...19.11.2019р.	
5	Розрахунок економічно-організаційних показників	20.11...25.11.2019р.	
6	Аналіз стану охорони праці на робочому місці	26.11...08.12.2019р.	
7	Виконання економічно-організаційної частини	09.12...13.12.19	
8	Оформлення магістерської дисертації	01.12...13.12.2019р.	
9	Рецензування магістерської дисертації	13.12...17.12.2019р.	
10	Захист магістерської дисертації	18.12.2019р.	

Студент

(підпис)

Павлик В.Г.

(прізвище та ініціали)

Науковий керівник

(підпис)

Ямшинський М.М.

(прізвище та ініціали)

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ЗАВДАННЯ НА ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОЇ ДИСЕРТАЦІЇ

Завданням магістерської дисертації є організація ливарного комплексу машинобудівного заводу з розробленням технології виготовлення виливків "Поршень" масою 220 кг із сталі марки 35Л та "Фланець" масою 0,4 кг із сталі марки 15Л, проектування устаткування, розрахунок економічної та організаційної частини виробництва, розробка розділів охорони праці та стартапу.

Критерії виконання:

- номенклатура виливків наведена в табл. 1.1;
- потужність ливарного цеху складає 2420 т придатних виливків на рік;
- використання стандартного устаткування;
- двозмінний режим роботи цеху з можливістю переходу у трьохзмінний режим роботи;
- електроенергія – ТЕС, ГЕС, ТЕЦ;

для очищення та скидання стічних вод – замкнена система водопостачання і загальна міська каналізація

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Павлик В.Г.				ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ЗАВДАННЯ НА ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОЇ ДИСЕРТАЦІЇ		
Перевір.	Ямшинський М.М.						
Реценз.							
Н. Контр.	Федоров Г.З.						
Затверд.	Ямшинський М.М.						
					Літ.	Аркш	Аркшів
							4
					КПІ, ІФФ, зр. Ф/Л-81мп		

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація: 123 стор., 35 табл., 9 рис., 6 додатки.

Об'єкт роботи – розробленням технології виготовлення виливків "Поршень" масою 220 кг із сталі марки 35Л за технологією лиття в піщано-глинясті форми та "Фланець" масою 0,4 кг із сталі марки 15Л за технологією лиття за моделями, що витоплюються.

Предмет роботи – розробка технології ливарної форми, організація ливарного цеху.

Результати роботи – розроблені технології для виготовлення сталевих виливків, виконано технічне планування ливарного цеху та його устаткування.

Результати роботи можуть бути рекомендовані для впровадження при виробництві виливків із залізовуглецевих сплавів в умовах серійного виробництва.

Галузь використання – машинобудування. У дипломному проекті також проведено основні розрахунки організаційно-економічних чинників, техніка безпеки і охорона праці та бізнес-проект.

Ключові слова: ПОРШЕНЬ, ФЛАНЕЦЬ, ЦЕХ, ВИЛИВОК, ДЕТАЛЬ, ЛИТТЯ, СУМІШ.

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	РЕФЕРАТ		
Розроб.	Павлик В.Г.						
Перевір.	Ямшинський М.М.						
Реценз.							
Н. Контр.	Федоров Г.З.						
Затверд.	Ямшинський М.М.				КПІ, ІФФ, зр. Ф/Л-81мп		
					Літ.	Аркш	Аркшів
							5

ABSTRACT

Master's Thesis: 123 pages, 35 tables, 9 figures, 6 supplements.

Object of work - development of technology of production of castings "Piston" weighing 220 kg of steel grade 35L by casting technology in sand-clay molds and "Flange" weighing 0.4 kg of steel grade 15L by casting technology on the models that are heated.

The subject of work is the development of foundry technology, organization of foundry shop.

The results of the work - developed technologies for the production of steel castings, the technical design of the foundry and its equipment.

The results of the work can be recommended for implementation in the production of castings from iron-carbon alloys in the conditions of mass production.

The field of use is mechanical engineering. The diploma project also provides basic calculations of organizational and economic factors, safety and health and business project.

Keywords: PISTON, Flange, Workshop, Casting, Detail, Casting, Mixture.

					<i>Ф/181мн.8111.1110.000ПЗ</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>ABSTRACT</i>		
<i>Розроб.</i>	<i>Павлик В.Г.</i>						
<i>Перевір.</i>	<i>Ямшинський М.М.</i>						
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Кантр.</i>	<i>Федоров Г.Э.</i>						
<i>Затверд.</i>	<i>Ямшинський М.М.</i>						
					<i>Літ.</i>	<i>Аркцш</i>	<i>Аркцшів</i>
							<i>6</i>
					<i>КПІ, ІФФ, зр. Ф/1-81мн</i>		

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	12
ВСТУП.....	13
1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ.....	14
1.1 Виробнича програма.....	14
1.2 Характеристика виробництва і вибір технологій виготовлення виливків.....	14
1.3 Тип і структура цеху.....	13
2. РЕЖИМ РОБОТИ І ФОДИ ЧАСУ.....	20
3. ПРОЕКТУВАННЯ ПЛАВИЛЬНОГО ВІДДІЛЕННЯ.....	23
3.1 Плавильне відділення.....	23
3.2 Розрахунок кількості плавильних агрегатів.....	25
3.3 Ремонт ковшів.....	27
3.4 Контроль температури та хімічного складу.....	29
3.5 Розрахунок енергетичних витрат у технологічному відділенні.....	29
3.5.1 Загальні витрати електроенергії.....	29
3.5.2 Розрахунок стисненого повітря.....	32
3.5.3 Розрахунок витрат води.....	32
3.6 Будівельне проектування.....	33
3.7 Опалення і вентиляція.....	34
3.8 Лиття за моделями, що витоплюються.....	34
3.8.1 Визначення обсягів виробництва.....	35
3.8.2 Структура цеху лиття за моделями, що витоплюються.....	41
3.8.3 Технологічний процес і устаткування.....	41
4. РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА «ПОРШЕНЬ».....	44

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ЗМІСТ		
Розроб.	Павлик В.Г.						
Перевір.	Ямшинський М.М.						
Реценз.							
Н. Контр.	Федоров Г.З.						
Затверд.	Ямшинський М.М.				КПІ, ІФФ, гр. Ф/Л-81мп		
						Літ.	Аркш
							Аркшів
							7

4.1	Обґрунтування вибраної технології.....	44
4.1.1	Загальна характеристика литої деталі.....	44
4.1.2	Вибір технологічного процесу виготовлення виливка.....	46
4.1.3	Обґрунтування положення виливка у формі і вибір площини розніму моделі форми.....	46
4.1.4	Усадка металу виливка.....	47
4.1.5	Припуски на механічну обробку поверхонь виливка.....	48
4.1.6	Визначення кількості та конструкції стрижнів.....	49
4.1.7	Визначення кількості виливків у формі та їх розміщення.....	49
4.1.8	Характеристика модельного комплекту.....	50
4.1.9	Розрахунок розмірів опок.....	50
4.1.10	Характеристика вибраних опок.....	53
4.1.11	Розрахунок ливникової системи.....	53
4.1.12	Розрахунок розмірів надливів.....	57
4.2	Вибір формувальних стрижневих сумішей.....	58
4.2.1	Технологія приготування сумішей.....	59
4.3	Технологія виготовлення форми.....	60
4.4	Технологія виготовлення стрижнів.....	61
4.5	Вибір способу захисту виливка від пригару.....	61
4.6	Розрахунок піднімальної сили.....	62
4.7	Розрахунок температури чавуну перед випуском із печі.....	65
4.8	Контроль якості продукції.....	65
4.9	Термічне оброблення виливків.....	66
5.	РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА «ФЛАНЕЦЬ».....	67
5.1	Обґрунтування вибраної технології.....	67
5.1.1	Загальна характеристика литої деталі.....	67
5.1.2	Вибір технологічного процесу виготовлення виливка.....	69

5.1.3 Обґрунтування положення виливка у формі і вибір площини розніму моделі форми.....	69
5.1.4 Усадка сплаву.....	70
5.1.5 Припуски на механічну обробку поверхонь виливка.....	70
5.1.6 Визначення кількості виливків у формі та їх розміщення.....	71
5.1.7 Розрахунок ливникової системи.....	72
5.2 Порядок операцій.....	74
5.3 Вихідні матеріали.....	74
5.4 Технологія формоутворення.....	76
5.4.1 Збирання моделей у блоки.....	76
5.4.2 Виготовлення керамічних оболонок.....	76
5.4.3 Виготовлення моделей.....	77
5.4.4 Формоутворення.....	77
5.4.5 Прожарювання форм.....	78
5.5 Можливі специфічні види браку виливків.....	79
5.5.1 Поверхневі дефекти.....	79
5.5.2 Внутрішні дефекти виливків.....	80
5.6 Техніко-економічні показники.....	80
6. ПРОЕКТУВАННЯ ЛИВАРНОГО УСТАТКУВАННЯ.....	82
6.1 Призначення індукційної печі там межі її використання.....	82
6.2 Розрахунок тигля.....	84
7. ОРГАНІЗАЦІЙНО–ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ.....	87
7.1 Організаційний розділ.....	87
7.1.1 Розрахунок чисельності виробничих робітників.....	87
7.1.2 Розрахунок чисельності основних та допоміжних робітників.....	88
7.1.3 Визначення фонду заробітної плати.....	91
7.1.4 Розрахунок продуктивності праці.....	93
7.2 Економічна частина.....	93
7.2.1 Розрахунок капітальних вкладень.....	93

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		9

7.2.2	Витрати на паливо та енергію.....	98
7.2.3	Витрати на утримання і експлуатацію устаткування.....	100
7.2.4	Загальновиробничі витрати.....	100
7.2.5	Витрати внаслідок техніко неминучого браку та інші виробничі витрати.....	101
7.2.6	Адміністративні витрати.....	101
7.2.7	Витрати на підготовку та освоєння нового виробництва...	102
7.2.8	Позавиробничі витрати на збут продукції.....	102
7.2.9	Складання планової калькуляції собівартості продукції....	103
7.3	Оцінка ефективності проектних рішень.....	105
8.	ОСНОВНІ ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ І ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	109
8.1	Техніка безпеки в плавильному відділені	109
8.2	Техніка безпеки в відділені за моделями, що витоплюються	110
9.	БІЗНЕС-ПРОЕКТ.....	112
9.1	Команда.....	112
9.2	Назва проекту.....	112
9.3	Короткий опис проекту.....	112
9.4	Бізнес-модель.....	113
9.4.1	Цінний продукт.....	113
9.4.2	Сегмент споживачів.....	113
9.4.3	Канали збуту.....	113
9.4.4	Взаємодія з споживачами.....	114
9.4.5	Дохід (монетизація).....	114
9.4.6	Ключові види діяльності.....	114
9.4.7	Ключові ресурси.....	114
9.4.8	Ключові партнери.....	115
9.4.9.	Витрати.....	115
9.5	Споживачі власності товару.....	115
9.6	Дослідження ринку.....	115
9.7	Дослідження конкурентного оточення.....	116

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		10

9.8 Маркетингова стратегія просування.....	116
9.9 Елементи фінансового плану.....	116
9.9.1 Опис бізнес проекту.....	116
9.9.2 Опис товару/послуги/технології.....	117
9.9.3 Фінансовий план.....	117
9.9.4 Резюме.....	117
ВИСНОВКИ.....	119
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	120
ДОДАТКИ.....	122

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		11

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ІСТ – індукційна сталеплавильна тигельна піч;

ХТС – холоднотвердна суміш;

ПГС – піщано-глиняста суміш;

шт. – штука;

мм – міліметр;

см – сантиметр;

м – метр;

т – тонна;

кг – кілограм;

τ – час;

с – секунда;

год – година;

хв – хвилина;

грн. - гривні

табл. – таблиця;

ДСТУ – Державний стандарт України;

ГОСТ – Міждержавний стандарт.

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ				
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Павлик В.Г.			ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ		Літ.	Аркш	Аркшів
Перевір.		Ямшинський М.М.							12
Реценз.							КПІ, ІФФ, зр. Ф/Л-81мп		
Н. Контр.		Федоров Г.З.							
Затверд.		Ямшинський М.М.							

ВСТУП

Ливарне виробництво - це галузь металургії, головним питанням якого є виготовлення металевих литих заготовок заливанням рідкого металу або сплаву металів в ливарну форму. Отримана заготовка буде мати кінцеву конфігурацію, таку як і остаточна деталь з урахуванням потовщень та технологічних виступів, які будуть видалені при подальшій механічній обробці [1].

На сьогодні майже всі металеві деталі виконуються литтям. Це обумовлено тим, що лише методами лиття можливо отримати складні за конфігурацією і геометрією деталі із чорних та кольорових сплавів з коефіцієнтом витраченого металу в межах 75-98%. Основне навантаження в машинах і механізмах несуть литі деталі, і саме вони визначають надійність, точність і довговічність. Виготовлення деталей литтям відіграє значну роль в провідних галузях, а саме: у машинобудуванні це 50-70% від всіх деталей, у верстатобудуванні - до 90%, кораблебудуванні - до 75% [1].

Завданням даної роботи є проектування ливарного цеху на базі існуючого «Вишніського ливарно-ковальського заводу» та розробки технології виготовлення виливків «Прошень» та «Фланець» із залізовуглецевих сплавів.

Данна дипломна робота розкриває такі питання як, проектування ливарного цеху, розроблення технології виготовлення виливків враховуючи конструкторські вимоги до деталі та її експлуатаційні характеристики, вибір оптимального та продуктивного устаткування .

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ					
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.	Павлик В.Г.				ВСТУП			Літ.	Аркш	Аркшів
Перевір.	Ямшинський М.М.									13
Реценз.										
Н. Контр.	Федоров Г.З.									
Затверд.	Ямшинський М.М.									
					КПІ, ІФФ, гр. Ф/Л-81мп					

1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ

1.1 Виробнича програма

Виробнича програма це – базовий документ для розроблення будь-якого технологічного відділення ливарного цеху. Завданням виробничої програми є випуск готових виливків на рік. Номенклатура виливків представлена у табл. 1.1

Класифікація виробництва:

- за металом – сталеливарний;
- за масою виливків – на групи до 10 кг, від 10 до 30 кг і більше 30 кг;
- за методом виробництва виливків - лиття в піщано-глинисті форми та спеціальні методи лиття: лиття за моделями що витоплюються.
- за серійністю виробництва – серійне;
- за потужністю – 2420 тон придатних виливків на рік;

Також, 10% металу від виробничої програми будь йти на власні потреби цеху, з урахуванням всієї виробничої програми яка буде становити 2200 т придатного литва, 10% буде 220 т. Точна (подетальна) виробнича програма, наведена в табл. 1.2

1.2 Характеристика виробництва і вибір технологій виготовлення виливків

Ливарний цех призначений для виробництва виливків із сталей марок: 15Л, 20Л, 25Л, 35Л. Потужність ливарного цеху, з урахуванням 10% на власні потреби, складає 2 420 тон придатного литва за один рік. Цех за характером виробництва можна віднести до цехів серійного виробництва.

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ		
Розроб.	Павлик В.Г.						
Перевір.	Ямшинський М.М.						
Реценз.							
Н. Контр.	Федоров Г.З.						
Затверд.	Ямшинський М.М.				КПІ, ІФФ, зр. Ф/Л-81мп		
					Літ.	Аркш	Аркшів
							14

До параметрів вибору устаткування для виготовлення виливків та технологічного процесу відноситься: маса, габарити виливків, характер виробництва, клас точності виливків, вид виробничої програми, потужність цеху, види сплавів [2].

1.3 Тип і структура цеху

В ливарному цеху деталі виробляються за двома методами, литвом в піщано-глинясті форми та спеціальним способом литва за моделями, що витоплюються. Тому цех буде складатися із таких основних та допоміжних відділень і дільниць:

1. Виробничі відділення:

- плавильне відділення;
- формувально-складально-заливально-вибивальне відділення;
- дільниця литва за моделями, що витоплюються;
- стрижневе відділення;
- сумішоприготувальне відділення;
- відділення фінішних операцій

2. Допоміжні відділення:

- ремонтно-механічні майстерні;
- ремонту та сушіння ковшів;
- поновлення оборотної суміші;
- цехова лабораторія

3. Склади:

- шихтових і формувальних матеріалів;
- модельної оснастки;
- готових виливків;
- опок;

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1 – Номенклатура виливків

Індекс позиції	Код деталі	Найменування деталі	Матеріал виливка	Маса виливка, кг	Кількість виливків на 1 виріб	Габаритні розміри			Термічна обробка
						Довжина	Ширина	Висота	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	ФЛ-8101	Фланець	15Л	0,4	10	98	66	54	Нормалізація 910-930 ° С
2	ФЛ-8102	Колодка	25Л	27,7	1	330	250	90	Нормалізація 880-900 ° С
3	ФЛ-8103	Штуцер	25Л	1,2	5	100	100	170	Нормалізація 880-900 ° С
4	ФЛ-8104	Стакан	35Л	12,5	1	290	290	300	Нормалізація 860-880 ° С
5	ФЛ-8105	Кришка	15Л	35	6	320	220	35	Нормалізація 910-930 ° С
6	ФЛ-8106	Колінчатий вал	20Л	0,2	12	48	54	80	Нормалізація 880-900 ° С
7	ФЛ-8107	Корпус	20Л	7,4	4	116	165	235	Нормалізація 880-900 ° С
8	ФЛ-8108	Втулка 1	20Л	9,5	2	55	70	100	Нормалізація 880-900 ° С
9	ФЛ-8109	Втулка 2	20Л	18,1	3	63	72	87	Нормалізація 880-900 ° С
10	ФЛ-8110	Маточина	20Л	26,2	2	343	69	105	Нормалізація 880-900 ° С
11	ФЛ-8111	Гільза блока циліндрів	20Л	35,6	2	433	200	149	Нормалізація 880-900 ° С
12	ФЛ-8112	Стояк	20Л	16,5	1	350	250	100	Нормалізація 880-900 ° С
13	ФЛ-8113	Штурвал	20Л	3,6	1	160	160	45	Нормалізація 880-900 ° С
14	ФЛ-8114	Барабан	20Л	43,2	1	400	400	210	Нормалізація 880-900 ° С
15	ФЛ-8115	Зірочка	15Л	0,8	3	240	117	75	Нормалізація 910-930 ° С

Змн.	Адж.	№ док.м.	Підпис	Дата

ФЛ81мп.8111.1110.000ПЗ

Адж.

16

Продовження табл. 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16	ФЛ-8116	Хрестовина 1	15Л	23,4	3	295	175	70	Нормалізація 910-930 ° С
17	ФЛ-8117	Хрестовина 2	15Л	1,5	5	304	97	45	Нормалізація 910-930 ° С
18	ФЛ-8118	Поршень	35Л	220	1	500	500	235	Нормалізація 860-880 ° С
19	ФЛ-8119	Валик насоса	35Л	2	1	50	10	35	Нормалізація 860-880 ° С
20	ФЛ-8120	Диск зчеплення	35Л	4,8	1	90	90	60	Нормалізація 860-880 ° С

					ФЛ81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.2 – Точна (подетальна) виробнича програма ливарного цеху

Індекс деталі	Код деталі	Найменування деталі	Матеріал і марка	Маса, кг		Кількість на виріб		Річна програма випуску виливків								
				Готової деталі	Вилівка	шт.	кг	на основні вироби			на запасні частини			всього		
								шт.	т	%	шт.	т	шт.	т		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Виливки за технологією виготовлення за моделями, що витоплюються																
Виливки до 10 кг																
1	ФЛ-8101	Фланец	15Л	0,34	0,4	10	4	22950	9,18	10	2550	1,02	25500	10,2		
15	ФЛ-8115	Зірочка	15Л	0,68	0,8	3	2,4	6885	5,508	10	765	0,612	7650	6,12		
17	ФЛ-8117	Хрестовина 2	15Л	1,275	1,5	5	7,5	11475	17,2125	10	1275	1,9125	12750	19,125		
6	ФЛ-8106	Колінчатий вал	20Л	0,17	0,2	12	2,4	27540	5,508	10	3060	0,612	30600	6,12		
13	ФЛ-8113	Штурвал	20Л	3,06	3,6	2	7,2	4590	16,524	10	510	1,836	5100	18,36		
7	ФЛ-8107	Корпус	20Л	6,29	7,4	4	29,6	9180	67,932	10	1020	7,548	10200	75,48		
8	ФЛ-8108	Втулка 1	20Л	8,075	9,5	2	19	4590	43,605	10	510	4,845	5100	48,45		
3	ФЛ-8103	Штуцер	25Л	1,02	1,2	5	6	11475	13,77	10	1275	1,53	12750	15,3		
19	ФЛ-8119	Валик насоса	35Л	1,7	2	1	2	2295	4,59	10	255	0,51	2550	5,1		
20	ФЛ-8120	Диск зчеплення	35Л	4,08	4,8	1	4,8	2295	11,016	10	255	1,224	2550	12,24		
												Всього:			114750	216,495
Виливки за технологією виготовлення у піщано-глинясті форми																
Виливки від 10 кг до 30 кг																
16	ФЛ-8116	Хрестовина 1	15Л	19,89	23,4	3	70,2	6885	161,109	10	765	17,901	7650	179,01		
5	ФЛ-8105	Кришка	15Л	29,75	35	6	210	13770	481,95	10	1530	53,55	15300	535,5		
12	ФЛ-8112	Стояк	20Л	14,025	16,5	1	16,5	2295	37,8675	10	255	4,2075	2550	42,075		
9	ФЛ-8109	Втулка 2	20Л	15,385	18,1	3	54,3	6885	124,619	10	765	13,8465	7650	138,465		
10	ФЛ-8110	Магочина	20Л	22,27	26,2	2	52,4	4590	120,258	10	510	13,362	5100	133,62		
2	ФЛ-8102	Колодка	25Л	23,545	27,7	1	27,7	2295	63,5715	10	255	7,0635	2550	70,635		
4	ФЛ-8104	Стакан	35Л	10,625	12,5	1	12,5	2295	28,6875	10	255	3,1875	2550	31,875		
												Всього:			43350	1131,18

Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Виливки більше 30 кг														
11	ФЛ-8111	Гільза блока циліндрів	20Л	30,26	35,6	2	71,2	4590	163,404	10	510	18,156	5100	181,56
14	ФЛ-8114	Барабан	20Л	36,72	43,2	1	43,2	2295	99,144	10	255	11,016	2550	110,16
18	ФЛ-8118	Поршень	35Л	187	220	1	220	2295	504,9	10	255	56,1	2550	561
												Всього:	10200	852,72
												Всього:	168300	2200,4
												Всього:		
3 урахуванням 10% на власні потреби														
2420,43														

2 РЕЖИМ РОБОТИ І ФОНДИ ЧАСУ

Виконавши аналіз виробничої програми і характеру виробництва, визначаємо режими роботи цеху, окремих відділень, фонди часу роботи устаткування і робітників.

Режимом роботи обираємо двохзмінний паралельний режим, він є найпоширенішим. В двохзмінному паралельному режимі третю зміну використовуються в першу чергу для роботи ділянки термічної обробки та для профілактичних і ремонтних робіт устаткування. Даний режим задовольняє серійність, характер і продуктивність виробництва.

Враховуючи обраний режим роботи, визначаємо фонди часу роботи устаткування і робітників, для цього використовуємо три види фондів часу: – календарний фонд Φ_k , знаходимо за наступною формулою:

$$\Phi_k = P \cdot D, \text{ год} \quad (2.1)$$

де Φ_k – календарний фонд часу, год;

P – кількість днів у році, днів;

D – кількість годин на добу, год.

$$\Phi_k = 365 \cdot 24 = 8760 \text{ год}$$

– номінальний фонд Φ_n — час, протягом якого можна виконувати роботу за впровадженням режимом без урахування неминучих утрат .

					<i>Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Павлик В.Г.</i>			<i>РЕЖИМ РОБОТИ І ФОНДИ ЧАСУ</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Ямшинський М.М.</i>					
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>		<i>Федоров Г.З.</i>					
<i>Затверд.</i>		<i>Ямшинський М.М.</i>					
					<i>Літ.</i>	<i>Аркш</i>	<i>Аркшів</i>
							<i>20</i>
					<i>КПІ, ІФФ, зр. Ф/Л-81мп</i>		

де Φ_n – номінальний фонд часу, год; C – кількість днів у році, з урахуванням святкових та вихідних днів; Γ – кількість годин в залежності від кількості змін роботи, 1 зміна – 8 годин;

Якщо враховувати святкові та вихідні дні, приймаємо 250 робочих днів за один рік. Тоді у двозміному режимі роботи номінальний фонд роботи устаткування буду:

$$\Phi_n = 250 \cdot 8 \cdot 2 = 4000 \text{ год.}$$

Дійсний Φ_d — розраховуємо як різницю між номінальним фондом і неминучими втратами робочого часу. Φ_d знаходимо за формулою:

$$\Phi_d = \Phi_n - B, \text{ год} \quad (2.3)$$

де Φ_d – дійсний фонд, год;

Φ_n – номінальний фонд часу, год;

B – витрати часу на освоєння виробництва та непередбачені втрати, год.

Враховуючи 40-годинний робочий тиждень та 4-х тижневу відпустку дійсний фонд часу для робочих становить:

$$\Phi_d = 4000 - (4 \cdot 40) = 3840 \text{ год.}$$

Всі дані щодо режиму роботи цеху і фондів часу наведені в табл. 2.1

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 – Режим роботи цеху та річний фонд часу

Індекс позиції	Найменування відділення, дільниці; тип устаткування	Кількість робочих змін за добу	Дійсний річний фонд часу роботи , год.	
			устаткування	робітника
1	Плавильне відділення з дільницею підготовки шихти ,	2	3820	1840
2	Формувальне відділення , автоматичні ливарні лінії	2	3640	1840
3	Стрижневе відділення, Комплексні автоматизовані лінії для виготовлення стрижнів у нагрітій оснастці	2	3960	1840
4	Сумішоприготувальне відділення, Механізовані системи періодичного приготування сумішей	2	3980	1840
5	Відділення фінішних операцій, Барабани галтувальні безперервної дії	2	3780	1840
6	Дільниця термічного оброблення	3	5840	1840

Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ

Арк.

22

3. ПРОЕКТУВАННЯ ПЛАВИЛЬНОГО ВІДДІЛЕННЯ

3.1 Плавильне відділення

Плавильне відділення, виплавляє сталі марок: : 15Л, 20Л, 25Л, 35Л.

Для даних сплавів в якості плавильного агрегату обираємо індукційну сталеливарну тигельну піч промислової частоти марки ІСТ-0,4

Хімічний склад наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3,1 – Масова частина компонентів сталі

Позначення за ГОСТ	Масова для елементів, %						
	Вуглець (C)	Кремній (Si)	Марганець (Mn)	Сірка (S)	Фосфор (P)	Хром (Cr)	Медь (Cu)
				Не більше			
15Л	0,12...0,2	0,2...0,5 ₂	0,3...0,9	0,045	0,04	0,3	0,3
20Л	0,17...0,2 ₅	0,2...0,5 ₂	0,35...0,9	0,045	0,04	0,3	0,3
25Л	0,22...0,3	0,2...0,5 ₂	0,45...0,9	0,045	0,04	0,3	0,3
35Л	0,32...0,4	0,2...0,5 ₂	0,45...0,9	0,045	0,04	0,3	0,3

Для визначення необхідної кількості рідкого металу складемо баланс в таблиці 3.2.

					ФЛ81мп.8111.1110.000ПЗ				
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.	Павлик В.Г.				ПРОЕКТУВАННЯ ПЛАВИЛЬНОГО ВІДДІЛЕННЯ		Літ.	Аркш	Аркшів
Перевір.	Ямшинський М.М.							23	
Реценз.				КПІ, ІФФ, зр. ФЛ-81мп					
Н. Контр.	Федоров Г.З.								
Затверд.	Ямшинський М.М.								

					Ф/181мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.2 – Баланс металу

Індекс позиції	Груповий потік або діяльність		Придатне литво		Ливники, заливки, брак		Рідкий метал		Угар та безповоротні втрати		Металозавалка		Клас шихти	Спосіб виплавки	Тип плавильного агрегату
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Індукційна піч промислової частоти
1	15Л	60%	749,96	35%	437,47	95%	1187,43	5%	62,50	100%	1249,93	1	Електроплавлення		
2	20Л	63%	754,29	32%	383,13	95%	1137,42	5%	59,86	100%	1197,29	1			
3	25Л	65%	85,935	30%	39,66	95%	125,60	5%	6,61	100%	132,21	1			
4	35Л	65%	610,22	30%	281,64	95%	891,85	5%	46,94	100%	938,79	1			
Всього			2200,40		1141,91		3342,30		175,91		3518,21				

3.2 Розрахунок кількості плавильних агрегатів

Змн.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

Ф/181мп.8111.1110.000ПЗ

Арк.

25

Кількість печей, визначають за формулою:

$$n = \frac{B_p \cdot K_H}{\Phi_d \cdot q} \quad (3.1)$$

де B_p – річна потреба в рідкому металі по цеху, дільниці або груповому потоку, т;

K_H – коефіцієнт нерівномірності виплавлення і витрачання рідкого металу(1,1...1,2);

Φ_d – дійсний річний фонд часу роботи плавильного агрегату, год;

q – продуктивність плавильного агрегату, т/год.

Підставивши дані у формулу (3.1), отримаємо:

$$n = \frac{3342 \cdot 1,2}{3820 \cdot 0,47} = 2,23$$

На підставі розрахунків відомість розрахунку плавильних печей заносимо в табл. 3.3

					Ф/81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.3 – Відомість розрахунку електропечей

Дільниця, поточні лінії цеху	Марка сплаву	Потрібна кількість рідкого металу, т	Тип печі	Місткість електропечі, т	Тривалість циклу плавлення, год	Середньогодинна продуктивність, тонн за годину	Кількість електропечей		Коефіцієнт завантаження КЗ
							за розрахунком	прийнята	
1	15Л 20Л 25Л 35Л	2420	ІСТ- 0,4	0,4	0,8	0,6	2,23	3	0,9

Технічні характеристики обраних печей наведені у табл. 3.4.

Таблиця 3.4 - Технічні характеристики печей [3]

Найменування параметрів	Величина показання
Тип печі	ІСТ-0,4
Номінальна ємність, т	0,4
Номінальна температура перегріву, ° С	1650
Швидкість розплавлення та перегріву, т/год	0,465
Питома витрата Електроенергії, кВт год/т	663
Витрати охолоджувальної води, м ³ /год	4,75
Маса електропечі, т	3

Індукційна плавильна піч ІСТ-0,4 включає в себе шкафу управління, тигель, індуктор, корпус, струмопровід станції водоохолодження. В індукторі індукційної печі знаходиться тигель, в який завантажують шихтові матеріали. За рахунок того, що через індуктор проходить струм, виникає магнітне поле, а в шихті створюється токи Фуко, за рахунок останніх шихта нагрівається та у процесі розплавляється. Випуск металу відбувається під час нахилення печі по жолобу [3].

Для сталевих виливків обираємо крановий стопорний ківш місткістю 100кг .

Доцільно буде використовувати два ковші, це забезпечить безперервне їх використання, якщо для одного потребуються ремонтні роботи. Шихту перед завантаженням в піч потрібно посортувати, при необхідності зважити, а також просушити від вологи [3].

Шихту яка знаходиться на складі до плавильного відділення транспортують за допомогою мостових кранів, та візків. Відомість шихтових матеріалів наведена в таблиці 3.4.

3.3 Ремонт ковшів

Ремонт ковшів відбувається на спеціальній дільниці, яка знаходиться у плавильному відділенні. Футерування ковшів відповідає футерівки печі, і складається з:

- кварцит СКМ 97... 98%;
- борна кислота – 2...3%.

Футерівку виготовляють за допомогою набивання. Після виготовлення футерівку трамбують вручну чи пневмотрамбівкою. В кінці сушать і спікають тигель за допомогою потужною електричної лампи

					Ф/181мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.4 – Відомість витрат шихтових матеріалів

Індекс позитив	Найменування матеріалів шихти	Марки сплавів												Всього:	
		15Л			20Л			25Л			35Л				
		%	т		%	т		%	т		%	т		%	т
1	2	3	4		5	6		7	8		9	10		11	12
1	Сталевий брухт	55%	412,48		53%	399,7		50%	42,968		45%	274,6		51,3%	1129,8
2	Чушковий чавун	8%	59,996		13%	98,058		18%	15,468		23%	140,35		14,3%	313,87
3	Зворот власного виробництва	35%	262,48		32%	241,37		30%	25,781		30%	183,06		32,4%	712,7
4	Феромарганець	0,9%	6,7496		0,9%	6,7886		0,9%	0,7734		0,9%	5,4919		0,9%	19,804
5	Феросиліцій	1,0%	7,4996		1,0%	7,5429		1,0%	0,8594		1,0%	6,1022		1,0%	22,004
6	Ферохром	0,1%	0,75		0,1%	0,7543		0,1%	0,0859		0,1%	0,6102		0,1%	2,2004
	Разом	100%	749,96		100%	754,29		100%	85,935		100%	610,22		100%	2200,4

3.4 Контроль температури та хімічного складу

Контроль хімічного складу сплаву, що виплавляється проводиться в момент плавки металу. Для того щоб це реалізувати, в процесі плавки з печі береться проба рідкого металу, яку потім в режимі експресаналізу перевіряють хімічний склад в цеховій лабораторії плавильного відділення. Якщо проведений аналіз не задовольняє потреб, то в тигель печі з розплавом додають необхідні невідстаючі елементи, і знову проводять експресаналіз до ти пір поки не будуть виконані умови хімічного складу сплаву. За допомогою вольфрам-ренієвої термопары контролюють температуру у печі. Термопару на спеціальному тримачі опускають в тигель з розплавом і фіксують показники [3].

3.5 Розрахунок енергетичних витрат у технологічному відділенні

Основні електроспоживачі в ливарному цеху це – силові та термічні установки, освітлення і слабкострумові системи.

3.5.1 Загальні витрати електроенергії

Загальні витрати електроенергії у відділенні визначають за формулою:

$$W = (W_T + W_C + W_O) \text{ кВт} \cdot \text{год}, \quad (3.2)$$

де W – загальна кількість витрат електроенергії, кВт · год.

W_T – річні витрати електроенергії на технологічні потреби, кВт · год;

W_C – річні витрати електроенергії на електроприводи силових установок, кВт · год;

					<i>Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ</i>	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

W_o – річні витрати електроенергії на освітлення, кВт · год;

K – коефіцієнт втрат електроенергії у мережі ($k = 1,05$).

Розраховування річних витрат електроенергії на технологічні потреби здійснюємо за питомими нормами витрат електроенергії на 1 тонну придатного литва за формулою:

$$W_T = \sum P_T G_P, \quad (3.3)$$

де P_T – питомі витрати електроенергії на одну тонну придатного литва, виготовленого із конкретного сплаву, кВт · год;

G_P – річний випуск придатних виливків, виготовлених із конкретного сплаву, т.

Підставивши дані у формулу (3.3) отримаємо,

$$W_T = 900 \cdot 2000 + 450 \cdot 2200 = 2700000, \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Річні витрати електроенергії на електроприводи силового устаткування безперервної дії розраховуємо за наступною формулою:

$$W_{c.б.} = \sum P_{\Pi} \cdot \Phi_d \cdot \eta, \quad (3.4)$$

де $W_{c.б.}$ – річні витрати електроенергії на електроприводи силового устаткування безперервної дії, кВт · год;

$\sum P_{\Pi}$ – сумарна моторна потужність устаткування, кВт;

Φ_d – дійсний річний фонд роботи устаткування, год;

η – коефіцієнт використання потужності ($\eta = 0,87$).

Підставивши значення у формулу (3.5), розраховуємо:

$$W_{c.б.} = 70 \cdot 7840 \cdot 0,87 = 477456, \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Для устаткування, яке працює періодично (залізнична колія), витрати електроенергії визначаємо за формулою:

$$W_{c.p.} = \sum P_{п.} \cdot t \cdot n \cdot \eta, \quad (3.5)$$

де $W_{c.p.}$ – витрати електроенергії для устаткування, кВт · год;

$\sum P_{п.}$ – сумарна потужність приводів устаткування, 60 кВт;

t – тривалість робочого циклу устаткування, 14 год;

n – річна кількість циклів устаткування, 250 шт;

η – коефіцієнт використання потужності ($\eta=0,75$).

Підставивши значення в формулу (3.5), розраховуємо:

$$W_{c.p.} = 60 \cdot 14 \cdot 250 \cdot 0,75 = 158400 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Розрахування витрат електроенергії на освітлення проводимо за формулою:

$$W_o = 0,001 \cdot g \cdot F \cdot \Phi_o, \text{ кВт} \cdot \text{год}, \quad (3.6)$$

де W_o – річні витрати електроенергії на освітлення, кВт · год;

g – питомі витрати електроенергії за 1 год на 1 м² площі цеху (для виробничих відділень $g = 15...18$ Вт) для складських приміщень – $g = 8...10$ Вт і для побутових приміщень – $g = 8$ Вт);

F – освітлювальна площа, м² ;

Φ_o – річна кількість годин освітлювального навантаження (при двозмінній роботі - $\Phi_o = 2300...2500$ год.)

Підставивши дані у формулу (3.6) отримаємо,:

$$W_o = 0,001 \cdot 1990 \cdot 18 \cdot 2500 = 89550, \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

Отже, знайшовши всі данні підставляємо їх у формулу (3.2) отримаємо:

$$W = (2700000 + 635856 + 89550) \cdot 1,05 = 3596676,3, \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

3.5.2 Розрахунок витрат стисненого повітря

Розрахунок витрат стисненого повітря на річну програму, з урахуванням питомих витрат на 1 тону литва ; здійснюємо за формулою:

$$Q_v = 1,5 \cdot d \cdot G_p, \quad (3.7)$$

де Q_v – річні витрати стисненого повітря на річну програму, м^3 ;

d – витрати стиснутого повітря на 1 т литва, м^3 ;

G_p – випуск виливків за рік, т; 1,5 – коефіцієнт, що враховує втрати повітря в мережі.

Підставивши дані у формулу (3.), отримаємо:

$$Q_v = 1,5 \cdot 800 \cdot 4000 = 4800000.$$

3.5.3 Розрахунок витрат води

Витрату води на технологічні потреби визначаємо з урахуванням витрат на 1 т придатного литва за формулою:

$$V = R \cdot G, \quad (3.8)$$

де V – витрата води на технологічні потреби, м^3 /рік;

R – норма витрати води на технологічні потреби на 1 т литва, м^3 ;

G – річний випуск придатного литва, т.

Підставивши дані у формулу ,отримаємо:

$$V_{\text{в. т.}} = 13 \cdot 4000 = 52000, \text{ м}^3.$$

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

3.6 Будівельне проектування

Цех розташований в двоповерховій будівлі розмірами 78×216 метрів. Ширина прогонів, де знаходяться склади шихтових, формувальних матеріалів і плавильне відділення складає 6 метрів. Розміри плавильного відділення 15×15 метрів.

Несучими конструкціями будівлі ливарного цеху є фундамент, колони, стіни, перекриття. Ливарний цех, що проектується, відноситься до велико - прогонових будівель, виконується з несучим каркасом із залізобетонних колон. Крок колон по периметру будівлі 6 метрів. Колони в прогонах, якими ру- хаються мостові крани, мають консолі для опору підкранових балок, які виго- товляються у вигляді двотаврових конструкцій [2].

Для покрівлі цеху в прогонах шириною 24 метри приймають трапецієподібні ферми. Зверху на них укладають плити – покриття, довжиною 24 метрів. Покрівлю виконують багатошаровою з водостійкого матеріалу, який укладають з використанням бітумної мастики на шар утеплювача [2].

Як матеріал для стін використовують керамзитобетонні панелі. На стіни торцевої сторони, впливає значне вітрове навантаження, і для забезпечення гарної надійності та стійкості, на данні стіні встановлюють додаткові залізобетонні колони.

Ворота в цеху необхідні для транспортування матеріалів і виливків, а також для евакуації людей. Їх виготовляють розсувними з механічним відкриванням і закриванням. Розмір воріт 4,0×4,2 метри [2].

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

3.7 Опалення і вентиляція

В данному цеху встановлена система повітряного опалення, яка сполучається з вентиляцією, за підігрівом приточного повітря в калориферах. Температура повітря після підігріву не перевищую 55 °С, при подачі повітря на висоті в межах 3,5 м від рівня підлоги і на відстані 2-х метрів від працівників.

Також використовують загальнообмінну і місцеву вентиляції. Загальнообмінна вентиляція підтримує повітряне середовище в усьому об'ємі приміщення, забезпечує відповідну кратність обміну повітря. Місцева вентиляція передбачає подачу повітря в деякі обмежені місця робочої зони або видалення забрудненого повітря від місць виділення шкідливих речовин [2].

3.8 Лиття за моделями що витоплюються

Суть процесу лиття за моделями, що витоплюються заключається в наступному. Із легкоплавкого модельного складу в спеціальних прес – формах виготовляють моделі деталей і ливникової системи. Їх з'єднують в блоки і в декілька шарів наносять суспензійно – рідке облицьовувальне покриття, яке складається з вогнетривкої основи та зв'язувального розчину. Кожен шар суспензії обсипають сухим піском та просушують, за рахунок цього на моделі утворюється оболонкова форма. Потім модель виплавляють, форму прожарюють та заливають металом. Після кристалізації та охолодження металу форму руйнують, виливки відокремлюють від ливникової системи та піддають кінцевому очищенню від залишків оболонкової форми. Цей метод відповідає вимогам, які висуваються до виливка і має наступні переваги: модель не має роз'єму і знакових частин, її контури повторюють форму

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

виливка, висока вогнетривкість матеріалів форми, нагрівання її до високих температур перед заливанням, що забезпечує хорошу заповнюваність, витопплення моделей та дає можливість отримувати виливки, максимально наближені до конфігурації готової деталі.

Спосіб лиття за витоплюваними моделями придатний для виготовлення виливків з будь-яких ливарних сплавів масою від декількох грамів до десятків кілограмів з товщинами стінок від 1 мм.

Найчастіше спосіб використовують для виготовлення сталевих виливків складної геометрії масою до 1,5 кг та з великим обсягом механічного оброблення.

3.8.1 Визначення обсягів виробництва

Щоб виконати розрахунок технологічного устаткування, необхідно визначити кількість виробів або матеріалу на кожній операції технологічного процесу (модельних ланок, блоків, виливків, модельного складу, суспензії тощо), яку потрібно виготовити на цьому устаткуванні).

Кількість продукції, яку необхідно виготовити для виконання виробничої програми і на яку розраховують устаткування, визначають з урахуванням коефіцієнтів технологічних утрат для основних виробничих ділянок або групи операцій

$$K_{T,y} = B_y / B, \quad (3.9)$$

де B_y – кількість продукції, яку необхідно виготовити (з урахуванням браку і утрат) для виконання програми;

B – кількість продукції за програмою.

Обираємо розраховані коефіцієнти технологічних утрат, технологічні втрати і браку для груп операцій або виробничих ділянок цеху:

- виготовлення модельних блоків $K_4=1,42$, $B_{p4}=15\%$;

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Адж.
						36
Змн.	Адж.	№ док.	Підпис	Дата		

- виготовлення оболонкових форм $K_3=1,20$, $Br_3=3\%$;
- виготовлення блоків виливків $K_2=1,16$, $Br_2=5\%$;
- фінішні операції $K_1=1,10$, $Br_1=9\%$.

Кількість продукції, яку необхідно виготовити на кожній ділянці для забезпечення виконання виробничої програми цеху, визначаємо за формулою:

$$Q = NK_{T,y}, \quad (3.10)$$

де N – кількість продукції за програмою;

$K_{T,y}$ – коефіцієнт утрат відповідного технологічного відділення.

Отримані розрахунки заносимо до табл. 3.5

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.5 – Вихідні технологічні дані

Індекс позиції	Код деталі	Найменування деталі	Матеріал виливка	Маса виливка, кг	Програма		Кількість моделей у ланці	Кількість ланок у блоці	Кількість моделей у блоці	Кількість модельних ланок на програму	Кількість блоків на програму	Маса модельного складу, кг		
					шт.	кг						на 1 модель	на 1 блок	на програму
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	ФЛ-8101	Фланец	15Л	0,4	25500	10200	3	3	9	8500	2833	0,07	9,30	304,68
15	ФЛ-8115	Зірочка	15Л	0,8	7650	6120	3	3	9	2550	850	0,13	9,50	89,49
17	ФЛ-8117	Хрестовина 2	15Л	1,5	12750	19125	4	2	8	3188	1594	0,25	9,60	166,05
6	ФЛ-8106	Колінчатий вал	20Л	0,2	30600	6120	4	3	12	7650	2550	0,03	9,20	277,19
13	ФЛ-8113	Штурвал	20Л	3,6	5100	18360	3	2	6	1700	850	0,60	10,30	82,56
7	ФЛ-8107	Корпус	20Л	7,4	10200	75480	4	2	8	2550	1275	1,23	11,56	110,32
8	ФЛ-8108	Втулка 1	20Л	9,5	5100	48450	2	2	4	2550	1275	1,58	12,25	104,04
3	ФЛ-8103	Штуцер	25Л	1,2	12750	15300	4	2	8	3188	1594	0,20	9,50	167,79
19	ФЛ-8119	Валик насоса	35Л	2	2550	5100	3	2	6	850	425	0,33	9,76	43,53
20	ФЛ-8120	Диск зчеплення	35Л	4,8	2550	12240	4	2	8	638	319	0,80	10,69	29,81
Всього:					114750	216495						5,21	101,66	1375,46

іль
кіст
ь
мод
ель
них
лан
ок
на
про
гра
му
роз
рах
ову
ємо
за
фор
мул
ою
:

$$H = B / V \quad (3.11)$$

де B – кількість виливків певного найменування на програму, шт.

V – кількість моделей у ланці, шт.

Кількість блоків на програму:

$$D = B / \Gamma \quad (3.12)$$

де B – кількість виливків певного найменування на програму, шт.

Γ – кількість моделей у блоці, шт.

Далі ведемо розрахунок модельного складу, використовуючи в якості модельної композиції легкоплавку суміш прафіну і стеарину марки ПС 50-50.

де A – маса одного виливка, певного найменування, кг;

γ_1 – густина модельного складу, кг/м^3 ; $\gamma_1=1300 \text{ кг/м}^3$;

γ_2 – густина матеріалу виливка, кг/м^3 ; $\gamma_2=7830 \text{ кг/м}^3$;

Маса модельного складу на 1 блок:

$$Ж = E \Gamma + V_{\text{л}} \cdot \gamma_1 \quad (3.13)$$

де E – маса модельного складу на 1 модель, кг;

Γ – кількість моделей у блоці, шт.;

$V_{\text{л}}$ – об'єм ливникової системи і модельного стояка, дм^3 ;

γ_1 – густина модельного складу, кг/м^3 ;

Наступним кроком є складання відомості обсягів виробництва для лиття за витоплюваними моделями. Для цього розрахунок ведемо з урахуванням утрат, тобто коефіцієнту браку.

Кількість модельних ланок з урахуванням утрат:

$$З = BK_4 + E_1 n_1 \quad (3.14)$$

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

Де В – кількість моделей у ланці, шт.;

K_4 – коефіцієнт утрат;

E_1 – кількість модельних блоків з урахуванням утрат;

n_1 – кількість моделей елементів ливникової системи на один блок.

$$E_1 = \Gamma K_4 \quad (3.15)$$

де Γ – кількість блоків на програму;

K_4 – коефіцієнт утрат;

Маса модельного складу на програму з урахуванням утрат:

$$E_2 = DK_4 \quad (3.16)$$

де D – маса модельного складу на програму, кг;

K_4 – коефіцієнт утрат;

Для визначення витрат суспензії на програму за сумарною площею поверхні модельних блоків середні витрати на 1 дм^2 поверхні припускають $0,001 \text{ дм}^3$ на один шар покриття 16...17 г суспензії з 74% пилоподібного кварцу.

Орієнтовані данні обираємо для сталевих виливків середньої складності.

					<i>Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ</i>	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.6 – Відомість обсягів виробництва для лиття за витоплюваними моделями

Індекс позиції	Код деталі	Номенклатура випливі, шт	Програма		Кількість на програму		Маса модельного складу на програму, кг		Кількість на програму с урахуванням утрат		Маса на програму с урахуванням утрат, кг		Кількість на програму с урахуванням утрат		Маса на програму с урахуванням утрат, кг	
			шт.	кг	модельних ланок	блоків			модельних ланок	модельних блоків	модельного складу	супензії	оболонки	випливі	металу на форму	металознава ли
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	ФЛ-8101	Фланець	25500	10200	8500	2833	305	16093	4023	433	454	3400	3287	11220	28050	31534
15	ФЛ-8115	Зірочка	7650	6120	2550	850	89	4828	1207	127	133	1020	986	6732	8415	9460
17	ФЛ-8117	Хрестовина 2	12750	19125	3188	1594	166	6789	2263	236	248	1913	1849	21038	14025	15985
6	ФЛ-8106	Колінчатий вал	30600	6120	7650	2550	277	14484	3621	394	413	3060	2958	6732	33660	36795
13	ФЛ-8113	Штурвал	5100	18360	1700	850	83	3621	1207	117	123	1020	986	20196	5610	6655
7	ФЛ-8107	Корпус	10200	75480	2550	1275	110	5432	1811	157	164	1530	1479	83028	11220	12788
8	ФЛ-8108	Втулка 1	5100	48450	2550	1275	104	5432	1811	148	155	1530	1479	53295	5610	7178
3	ФЛ-8103	Штуцер	12750	15300	3188	1594	168	6789	2263	238	250	1913	1849	16830	14025	15985
19	ФЛ-8119	Валик насоса	2550	5100	850	425	44	1811	604	62	65	510	493	5610	2805	3328
20	ФЛ-8120	Диск зчеплення	2550	12240	638	319	30	1358	453	42	44	383	370	13464	2805	3197
Всього:			114750	216495	33363	13565	1375	66636	19262	1953	2051	16278	15735	238145	126225	142904

3.8.2 Структура цеху лиття за моделями, що витоплюються

У структуру цеху входять такі виробничі відділення і дільниці: -

- Модельне відділення;
- Відділення виготовлення оболонкових форм;
- Прокалювально-заливальне відділення;
- Відділення фінішних операцій;
- Експериментально-виробниче відділення;
- Склади шихтових і формувальних матеріалів

3.8.3 Технологічний процес і устаткування

Технологічний процес отримання виливків методом лиття за моделями, що витоплюється, для сталі в умовах масового виробництва включає в себе наступні операції:

- підготовка прес – форми;
- приготування модельного складу;
- заповнення прес – форми модельним складом;
- витримка та твердіння моделі;
- вилучення моделі з прес –форми;
- збирання моделей в блоки;
- нанесення на блок моделей оболонки з необхідною кількістю шарів вогнетривкої суспензії;
- витоплення моделей;
- заливання металу;
- вибивання форм;
- проведення фінішних операцій.

Порядок виконання технологічних операцій отримання виливків визначається наступним. Спочатку виконують підготовку прес–форм для

					<i>Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ</i>	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

виготовлення моделей. Перед запресовуванням модельних складів прес-форми очищують, змашують відокремлювальним покриттям для зменшення прилипання модельної суміші до поверхні прес-форми і збирають. Як покриття використовують трансформаторну або касторову оливу в суміші з етиловим спиртом при співвідношенні 1:1 [6].

Розміри та чистота робочої поверхні в прес-формі повинні забезпечувати отримання виливків із заданою точністю розмірів та шорсткістю поверхні.

Для приготування модельного складу ПС 50-50 використовуємо установку моделі 652А яка призначена для безперервного приготування модельного складу і подаванням його до автоматів виготовлення моделей та модельних ланок. Кількість установок розраховуємо за формулою:

$$n_{\text{м.п}} = \frac{M_c k_n}{\Phi_e q} \quad (3.17)$$

де M_c – річна потреба в модельному складі, кг;

k_n – коефіцієнт нерівномірності використання складу;

Φ_e – ефективний річний фонд часу роботи устаткування, при двозмінному режимі роботи, год

q – продуктивність устаткування, кг/год.

$$n_{\text{м.п}} = \frac{1526,29 \cdot 1,05}{1840 \cdot 50} = 0,78$$

Для виробництва приймаємо одну установку такого типу.

Для виготовлення модельних ланок у масовому виробництві користуємось автоматом моделі 6А54. Кількість установок розраховуємо за формулою:

$$n_{\text{м.п}} = \frac{(N_3 + N_b) k_n}{\Phi_e q} \quad (3.18)$$

де N_3 – кількість модельних ланок на річну програму, кг;

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

N_B – річна кількість ливникових воронок чи блоків, кг

K_n – коефіцієнт нерівномірності використання складу:

Φ_e – ефективний річний фонд часу роботи устаткування, при
двозмінному режимі роботи, год

q – продуктивність устаткування, кг/год.

$$n_{м.п} = \frac{(370009 + 17439)1,3}{1840 \cdot 125} = 0,75$$

Для виробництва приймаємо одну установку такого типу.

Для запресовування використовуємо шприц-машину моделі 659А, яка
призначено для приготування модельної пасти з готових модельних складів і
запресовування пасти в прес-форми. Найбільша продуктивність запресовувань
за годину – до 250, тому достатньо однієї установки.

Для приготування вогнетривкого покриття використовуємо установку
моделі 662А. Для нанесення на модельні блоки вогнетривкого покриття
використовуємо напівавтомат моделі 6А63 – призначений для пошарового
нанесення вогнетривкого покриття на модельні блоки і обсипання їх у
«киплячому шарі» піску під час виготовлення виливків за витоплюваними
моделями [7].

					<i>Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ</i>	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

4 РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА «ПОРШЕНЬ»

4.1 Обґрунтування вибраної технології

4.1.1 Загальна характеристика литої деталі.

Деталь «Поршень» - основна деталь насосів, компресорів та поршневих двигунів внутрішнього згоряння, що служить для перетворення енергії стисненого газу в енергію поступального руху.

Виливок «Поршень» має виконувати вискі механічні та експлуатаційні властивості, повинен витримувати динамічні навантаження, які будуть на нього діяти під час роботи. І водночас, має бути зроблений з недорогого та недефіцитного матеріалу.

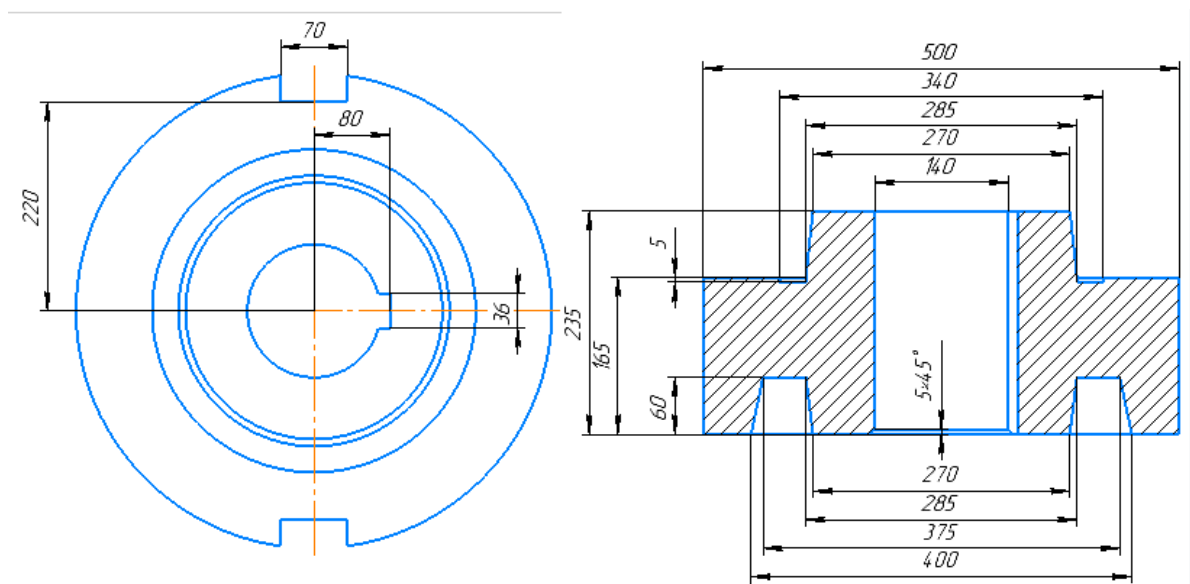


Рисунок 4.1 – Деталь «Поршень»

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ		
Зм.	Лист	№ док.м.	Підпис	Дата	РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА «ПОРШЕНЬ»		
Розроб.	Павлик В.Г.						
Перевір.	Ямшинський М.М.						
Реценз.							
Н. Контр.	Федоров Г.З.						
Затверд.	Ямшинський М.М.				Літ.		
					Аркцш		
					Аркцшів		
					45		
					КПІ, ІФФ, гр. Ф/Л-81мп		

За призначенням, відносимо до виливків загального призначення, за масою виливок відноситься до великих – виливок масою понад 200 кг.

Виготовляти виливок «Поршень» буде доцільно із сталі марки 35Л ДСТУ 8781:2018, властивості наведені в табл. 4.1 та 4.2

Таблиця 4.1 - Масова частина компонентів сталі марки 35Л ДСТУ 8781:2018

Позначення ГОСТ	Масова доля елементів, %				
	Вуглець	Марганець	Кремній	Фосфор	Сірка
				не більше	
35Л	0,32...0,4	0,45...0,9	0,2...0,52	0,06	0,06

Таблиця 4.2 - Механічні властивості сталі марки 35Л ДСТУ 8781:2018

Позначення ГОСТ	Тимчасовий опір на розривання, Мпа	Відносне подовження, %	Твердість за Бренеллем, НВ
35Л	491	15	137...229

Сталь 35Л (ДСТУ 8781:2018), має такі ливарні властивості: температура критических точек: $A_{c1} = 730$, $A_{c3}(A_{cm}) = 802$, $A_{r3}(A_{rcm}) = 795$, $A_{r1} = 691$, температура початку затвердіння – 1480...1490°C, ливарна усадка від 2,2 до 2,3 %.

Маса деталі становить 220 кг, маса виливка з урахуванням ливникової системи буде 275 кг.

4.1.2 Вибір технологічного процесу виготовлення виливка

Технологічний процес повинен забезпечити виготовлення в необхідній кількості виливків з дотриманням технічних вимог, щодо геометричної, розмірної та масової точності, повинен мати високі техніко-економічні показники. Остаточний вибір технологічного процесу, з числа рівноцінно можливих, здійснюється на основі аналізу основного показника – економічної ефективності (сумарні витрати на одиницю продукції), який залежить від групи складності виливка, роду сплаву, маси та габаритних розмірів, характеру виробництва. Обираємо виготовлення виливка в сирих піщано-глинястих формах [1].

4.1.3 Обґрунтування положення виливка у формі й вибір площини розніму моделі і форми

При виборі площини розніму моделі (форми) керуємося наступними правилами, положеннями з ГОСТ 3.1125-88:

- мінімальна кількість роз'ємів, горизонтальним по можливості ;
- більша частина виливка повинна знаходитися в нижній півформі;
- поверхні які оброблюються слід розміщувати в одній півформі;
- встановлення стрижнів повинно бути зручним і надійним;
- роз'єм моделі повинне забезпечувати легке видалення моделі, без додаткових від'ємних частин;
- забезпечення надійністю, та можливості контролю правильності збирання;

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

- безпечне видалення газів із стрижнів, співпадаючі з напрямом їх природнім рухом;
- зручність підведення металу,
- забезпечення повного заповнення.

Виливок має просту геометричну форму, вісь обертання. Тому розміщуємо виливок вертикально до його вісі обертання. Це положення буде зручним для формування та подальшого безпечного вилучення моделі із форми. Положення виливка показано на рис 4.2.

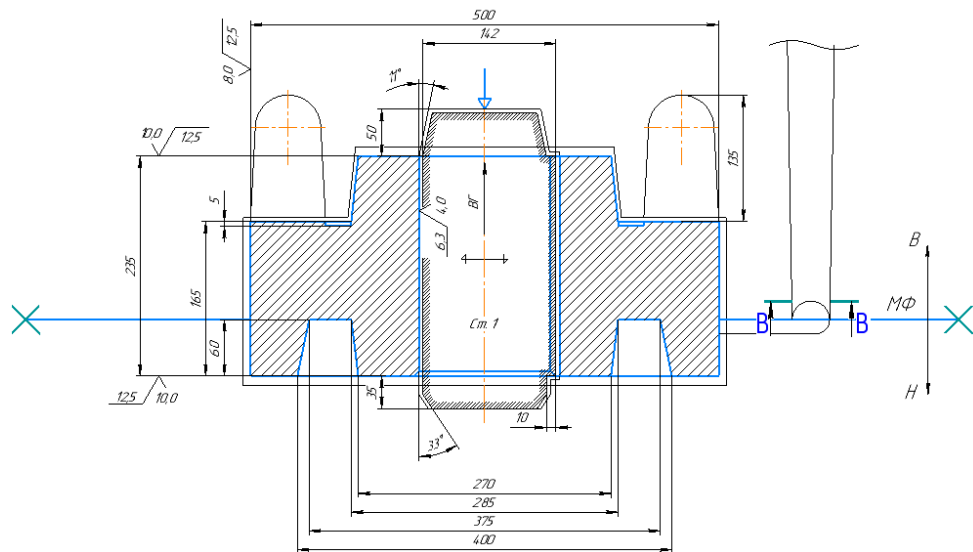


Рисунок 4.2 – Розміщення виливка у формі

4.1.4 Усадка металу виливка

Усадка виливка (зміна об'єму та лінійних розмірів) проходить на всіх стадіях формування виливка із рідкого металу. Вона сприяє утворенню усадкових раковин та поруватості, ливарних напружень, гарячих та холодних тріщин, впливає на вагову точність виливка, його герметичність та щільність. Усадкові процеси, які протікають при формуванні виливка, визначаються хімічним складом металу, температурою його перегріву над лінією ліквідусу, фазовими переходами в рідкому та твердому станах, наявністю домішок в металі та швидкістю відведення тепла як при кристалізації розплаву, так і при подальшому його охолодженні в формі. [5]

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		48

За даними ливарна (утруднена) усадка, чавунного сплаву марки 35Л (ДСТУ 8781:2018), становить $y = 2,2 \dots 2,3 \%$

За рахунок того, що при виготовленні сирих піщано-глинястих форм використовують суміш з вмістом глинястої складової 4...9%, що мають високу податливість, небезпеки виникнення тріщин немає.

4.1.5 Припуски на механічну обробку поверхонь виливка

Величину припусків на механічну обробку призначаємо у відповідності до вимог ГОСТ 26645-85.

Таблиця 4.3 - Припуски на механічну обробку поверхонь виливка

№	Найменування	Характеристика
1	Вид технологічного процесу	Лиття у сирі форми
2	Тип сплаву	35Л ДСТУ 8781:2018
3	Маса виливка, кг	220
4	Найбільший габаритний розмір, мм	500
5	Клас розмірної точності виливка	9
6	Ступінь короблення виливка	11
7	Ступінь точності поверхонь виливка	12
8	Клас точності маси виливка	8
9	Ряд припуску на механічну обробку	5

Припуск на механічну обробку, з урахуванням масштабу, зображуємо суцільною лінією червоного кольору.

Таблиця 4.4 - Припуски розмірів на механічну обробку

Номинальний розмір, мм	36	36	70	70	80	142	235	235	500
Мінімальний допуск номінального розміру виливка, мм.	1,3	1,3	2,1	2,1	1,3	1,4	4,6	4,6	3,2
Допуск форми та розміщення поверхні виливка, мм	1,8	1,8	2,8	2,8	2,3	1,8	5,1	5,1	4,2
Вид кінцевої обробки	Чистова								
Загальний допуск на номінальні розміри, мм	3,1	3,1	4,9	4,9	3,6	3,2	9,7	9,7	7,4
Припуск на механічну обробку, мм	4	4	6	6	4	4	10	10	8

					<i>Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ</i>					Арк.
Змн.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата						49

4.1.6 Визначення кількості та конструкції стрижнів

Для виконання внутрішньої конфігурації вилівка застосовується один стрижень. Формувальні уклони показані в табл. 4.5.

Стрижень маю циліндричну форму з виступом з одного з боків, розмір виступа 36 мм в ширину та 80 мм в довжину від центральної осі. Габаритні розміри наведенні в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5– Формувальні уклони та технологічні зазори.

Позначення стрижня	Довжина, мм	Висота, мм	Зазор S_1 , мм	Кут α	Кут β
Ст. 1	132	320	4	9°	13°

Розміри вертикальних та горизонтальних стрижневих знаків проставляємо у відповідності з ГОСТ 3212-92.

Стрижень та його знаки зображуємо за масштабом креслення суцільною тонкою лінією. Стрижні в розрізі штрихуємо тільки біля контурних ліній.

Також позначаємо стрілками напрям ущільнення стрижня, місця виводу газів із форми і стрижня, позначаючи літерами ВГ (вивід газів) згідно з ГОСТ 3.1125-88.

4.1.6 Визначення кількості виливків у формі та їх розміщення

З урахуванням габаритних розмірів, а саме 500×220 та масу вилівка 220 кг вилівка, серійність виробництва, а також розміщення елементів ливникової систем, доцільно буде розмістити 2 виливки у формі.

					<i>Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ</i>	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

4.1.8 Характеристика модельного комплекту

Щоб забезпечити достатню точність, сталість розмірів та достатню довговічність для необхідної серійності виробництва доцільно буде використовувати металевий модельний комплект.

Металевий модельний комплект має такий склад:

- модель верху (1 шт);
- модель низу (1 шт);
- модельна плита низу(1шт);
- модельна плита верху(1шт);
- моделі елементів ливникової системи.

4.1.9 Розрахунок розмірів опок

Необхідні розміри опок визначають розрахунком, виходячи з розміщення виливків в формі, розміщення ливникової системи та існуючих нормативних відстаней між виливками, й виливками до стінки опоки, необхідного шару суміші над і під виливком. [6]

Значення необхідних для розрахунку нормативних відстаней наведені в табл. 4.6

Таблиця 4.6 – Нормативні відстані

Позначення	а	б	в	г	L_{\min}	$B_{\text{шл}}$
Рекомендовано, мм	50...75	40...75	100...120	0,5h	50...80	30...40
Приймаємо, мм	50	40	100	112	50	30

					<i>Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		51

Довжина опоки визначається за формулою:

$$L = 2 \cdot a + 2 \cdot A + \Gamma + 2 \cdot L_{\text{ст}}, \quad (4.1)$$

де L – розрахункова довжина опоки, мм;

a – відстань від виливка до стінок опоки : $a = 50$ мм.

A – довжина виливка : $A = 500$ мм;

Γ – відстань між виливками : $\Gamma = 112$ мм.

$L_{\text{ст}}$ – довжина знакових частин стрижня: $L_{\text{ст}} = 80$;

Підставивши значення у формулу (4.1) отримуємо:

$$L = 2 \cdot 50 + 2 \cdot 500 + 112 + 2 \cdot 80 = 1372 \text{ мм.}$$

Ширина опоки визначається за формулою:

$$B = 2 \cdot a + 2 \cdot C + 2 \cdot L_{\text{min}} + B_{\text{шл}}, \quad (4.2)$$

де B – розрахункова ширина опоки, мм;

a – відстань від виливка до стінок опоки : $a = 50$ мм;

C – ширина виливка : $C = 500$ мм;

L_{min} – відстань між шлаковловлювачем і виливком : $L_{\text{min}} = 50$ мм ;

$B_{\text{шл}}$ – ширина шлаковловлювача : $B_{\text{шл}} = 64$ мм;

Підставивши значення у формулу (4.2) отримуємо:

$$B = 2 \cdot 50 + 2 \cdot 500 + 2 \cdot 50 + 64 = 1264 \text{ мм.}$$

Висота нижньої опоки визначається за формулою:

$$H_{\text{нижн. оп.}} = H_{\text{нижн. мод.}} + B, \text{ мм} \quad (4.3)$$

де $H_{\text{нижн. мод.}}$ – частина моделі, яка знаходиться в нижній опоці, мм;

					<i>Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ</i>	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

в – відстань від низа опоки до низа моделі, в = 40 мм.

Підставивши значення у формулу (4.3) отримуємо:

$$H_{\text{нижн. оп.}} = 100 + 40 = 140 \text{ мм.}$$

Висота верхньої опоки визначається за формулою:

$$H_{\text{вер. оп.}} = H_{\text{вер. мод.}} + б, \text{ мм} \quad (4.4)$$

де $H_{\text{вер. мод.}}$ – частина моделі, яка знаходиться в верхній опоці, мм;

б – відстань від верха опоки до верха моделі, б = 40 мм.

де $H_{\text{вер. мод.}}$ – частина моделі, яка знаходиться в верхній опоці, мм;

б – відстань від верха опоки до верха моделі, б = 40 мм.

Підставивши значення у формулу (4.5) отримуємо:

$$H_{\text{вер. оп.}} = 225 + 40 = 265 \text{ мм.}$$

Відповідно з ГОСТ 22096-84 вибираємо опоки для виготовлення ливарних форм на автоматичних формувальних лініях, мм:

$$L \times B \times \frac{H_{\text{вер. оп.}}}{H_{\text{нижн. оп.}}} = 1600 \times 1250 \times \frac{400}{400}.$$

Опоки для автоматичних ліній виготовляють суцільнолитими з чавуну ВЧ 400-15 за ДСТУ 3925-99 або зі сталі марок 30Л, 35Л, 40Л і 45Л за ДСТУ 8781:2018. Маса опоки складає: $m_{\text{в}} = 250 \text{ кг}$, $m_{\text{н}} = 250 \text{ кг}$.

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

4.1.10 Характеристика вибраних опок

Опока – це пристрій для утримування формувальної суміші під час виготовлення ливарної форми, її транспортування та заливання рідким металом [6].

В роботі використовуються суцільнолиті чавунні опоки марки ВЧ 400-15 прямокутної форми. Центрування опок проводимо з допомогою штирів центрування. Транспортування опок виконується на бігових доріжках.

4.1.11 Розрахунок ливникової системи

Площа перетину живильників на один вилівок визначається за формулою:

$$F_{\text{жив.лвил.}} = \frac{Q_v}{\mu \cdot \tau \cdot 0,31 \cdot \sqrt{H_p}}, \text{ см}^2 \quad (4.6)$$

де Q_v – маса вилівка: $Q_v = (1,15 \dots 1,20) \cdot Q_{\text{дет.}} = 1,20 \cdot 220 = 264 \text{ кг}$

$Q_{\text{дет.}}$ – маса деталі, кг.

μ – коефіцієнт втрати, який характеризує загальний гідравлічний опір форми руху металу;

τ – тривалість заливання, с;

H_p – розрахунковий металостатичний напір, см.

Коефіцієнт витрат μ для виливків, що заливаються в сиру форму має значення $0,35 \dots 0,5$, приймаємо $\mu = 0,4$.

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		54

Так як $Q_B < 450$ кг то тривалість заливання форми розраховуємо за формулою:

$$\tau = S \cdot \sqrt{Q_B}, \text{ с} \quad (4.7)$$

де S – коефіцієнт який залежить від товщини стінки виливка: $S = 1,68$;

Q_B – маса виливка, кг.

Підставивши усі дані в формулу (4,7), отримуємо:

$$\tau = 1,85 \cdot \sqrt{264} = 30 \text{ с.}$$

H_p – розрахунковий металостатичний напір визначаємо за формулою:

$$H_p = H_0 - \frac{P^2}{2 \cdot C}, \text{ см} \quad (4.8)$$

де H_0 – відстань від рівня металу в чаші до рівня введення в порожнину ливарної форми, см;

P – висота частини виливка в верхній півформі: $P = 17,5$ см;

C – висота виливка в положенні при заливанні: $C = 30$ см.

Підставивши дані в формулу (4.8), отримуємо:

$$H_p = 30,5 - \frac{17,5^2}{2 \cdot 30} = 25,4.$$

Знайшовши усі данні за формулою (4.6) знаходимо значення площі перетину живильників на один виливок:

$$F_{\text{жив.1вил.}} = \frac{264}{0,4 \cdot 30 \cdot 0,31 \cdot \sqrt{20,8}} = 15,4 \text{ см}^2$$

За конфігурацією та масою виливка приймаємо співвідношення елементів ливникової системи:

$$\Sigma F_{\text{жив.}} : \Sigma F_{\text{шл.}} : \Sigma F_{\text{ст.}} = 1 : 1,06 : 1,1 \quad (4.9)$$

де $\Sigma F_{\text{жив.}}$ – сумарний перетин живильників, см^2 ;

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

$\Sigma F_{\text{шл.}}$ – сумарний перетин шлаковловлювача, см^2 ;

$\Sigma F_{\text{ст.}}$ – сумарний перетин стояка, см^2 .

Сумарний перетин живильників визначаємо за формулою:

$$\Sigma F_{\text{жив.}} = F_{\text{жив. 1вил.}} \cdot n_{\text{вил.}}, \text{ см}^2 \quad (4.10)$$

де $n_{\text{вил.}}$ – кількість виливків у формі: $n_{\text{вил.}} = 2$.

Підставляємо всі значення в формулу (4.10):

$$\Sigma F_{\text{жив.}} = 15,4 \cdot 2 = 30,8 \text{ см}^2.$$

Тоді сумарний перетин елементів з системи (4.9), складас:

$$\Sigma F_{\text{шл.}} = 1,06 \cdot 30,8 = 32,64 \text{ см}^2,$$

$$\Sigma F_{\text{ст.}} = 1,1 \cdot 27 = 33,8 \text{ см}^2.$$

Розрахуємо розміри поперечного перетину живильника.

Для підводу металу у порожнину форми використовуємо по два живильника сферичної форми на один виливок.

Площа поперечного перетину одного живильника визначається:

$$F_{\text{жив. 1вил.}} = \frac{\Sigma F_{\text{жив. 1вил.}}}{n_{\text{жив.}}}, \text{ см}^2 \quad (4.11)$$

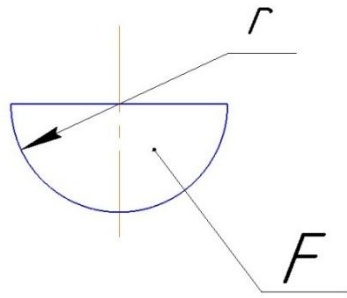
де $\Sigma F_{\text{жив. 1вил.}}$ – сумарний перетин живильників на один виливок, см^2 ;

$n_{\text{жив.}}$ – кількість живильників на один виливок.

Підставивши данні у формулу (4.11), отримуємо:

$$F_{\text{жив. 1вил.}} = \frac{15,4}{2} = 7,7 \text{ см}^2.$$

Радіус живильника:



$$r_{\text{жв.}} = \sqrt{\frac{2F}{\pi}}, \quad (4.12)$$

$$r_{\text{жв.}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 7,7}{\pi}} = 2,3 \text{ см.}$$

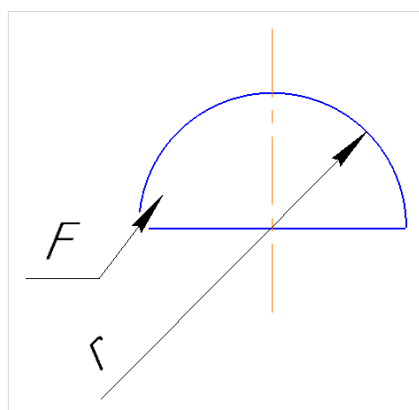
Рис 4.3 – Переріз живильника

Так, як після стояка метал, що заливається в форму, йде в двох напрямках, то площа поперечного перетину шлаковловлювача дорівнює половині сумарної поперечної площі шлаковловлювача:

$$F_{\text{шл.}} = \Sigma F_{\text{шл.}} / 2, \quad (4.13)$$

$$F_{\text{шл.}} = 32,64 / 2 = 16,32 \text{ см}^2.$$

Приймаємо шлаковловлювач напівкруглої форми з відповідними лінійними розмірами:

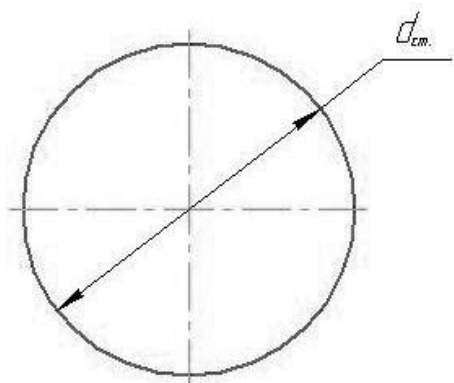


$$r_{\text{шл.}} = \sqrt{\frac{2F}{\pi}}, \quad (4.14)$$

$$r_{\text{шл.}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 16,32}{\pi}} = 3,2 \text{ см.}$$

Рис 4.4 – Переріз шлаковловлювача

Визначення розмірів стояка полягає у розрахунку розміру його найтоншої частини.



$$d_{\text{ст}} = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\text{ст.}}}{\pi}}, \quad (4.15)$$

$$d_{\text{ст.}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 33,8}{3,14}} = 6,56 \text{ см.}$$

Рис 4.5 – Переріз стояка.

4.1.12 Розрахунок розмірів надливів

Надлив – це один з елементів ливникової системи чи порожнини ливарної форми який виконує функцію підживлення виливка рідким металом у період твердіння та усадки. Слугує для запобігання виникненню усадкових дефектів. Після вилучення и охолодження виливка надлив відокремлюють в процесі фінішних операцій [5].

Для попередження усадкових дефектів у виливку використовується дві пари закритих надливів. Параметри надливів наведенні у табл. 4.7.

Таблица 4.7 – Параметри надливів

Індекс позиції	Тип надливу	Об'єм надливу, м ³	Висота, мм	Ширина, мм	Довжина, мм
1	Закриті, які працюють під атмосферним тиском	0,08	80	135	590
2		0,045	60	110	280

4.1.13 Вибір формувальних і стрижневих сумішей

Вимоги до форми, форма повинна:

- чинити опір тиску розплаву і при цьому не змінювати свою конфігурацію;
- витримувати високі температури, не розплавляючись і не вступаючи в хімічну взаємодію з газами та металом;
- мати достатню пористість, для того щоб забезпечити вивід газів з форми;
- регулювати швидкість охолодження виливка за рахунок поглинання тепла при охолодженні виливка.

Ці вимоги можуть бути забезпечені використанням високоякісних формувальних матеріалів і сумішей, виготовлених на їхній основі.

Використовуємо єдину піщано-глинясту суміш, яка використовується для чавунного литва згідно рекомендацій. Склад та властивості вибраних сумішей заносимо в таблиці 4.8 та 4.9.

Таблиця 4.8 – Склад та властивості суміші для формування по-сирому

Назва	Масова доля складових, %			Властивості суміші				
Єдина піщанно глиняста суміш	Основні матеріали			Добавки	Міцність при стиску, Мпа	Газопроникність, од	Вологість, %	Текучість по Г.М.Орлову, %
	Оборотна суміш	Кварцовий пісок	Бентоніт ПІТ1А					
	90...95	3...8	1...3					

Таблиця 4.9 – Склад та властивості стрижневої суміші

Склад , % мас			Властивості			
Кварцовий пісок марки ЗКз Оз 016	Синтетична смола ФФ-1Ф	Каталізатор БСК	Газопроникність, ум. од	Живучість, хв	Час витримки стрижня в ящику, хв	Міцність після витримки, МПа, не менше
100	2,0...2,5	0,5...0,6	200...250	5...10	до 60	0,7

У формувальній та стрижневій сумішах, у якості наповнювача використовуємо кварцовий пісок, згідно ГОСТ 2138-91. Характеристика піску наведена в таблиці 4.10.

Для формувальної суміші зв'язувальним компонентом є бентонітова глина П1Т1А.

Таблиця 4.10 – Характеристика формувального піску

Марка піску	Масова частка компонентів, %			Середній розмір зерна, мм
	Глиниста складова	SiO ₂	Коефіцієнт неоднорідності	
ЗКз Оз 016	0,1...0,5	99	60...70	0,19...0,23

4.2.1 Технологія приготування сумішей

					Ф/181мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		60

Для виготовлення формувальних сумішей, як устаткування обираємо коткові змішувачі періодичної дії. У чашу змішувача подають сухі компоненти,

такі як: пісок кварцовий, оборотна суміш, бентонітова глина, після чого додають воду, яка замочує зв'язуючий компонент, глину, та утворює зв'язувальну композицію. Тривалість процесу перемішування 5...10 хв [3].

Для приготування стрижневих сумішей також використовують коткові змішувачі. На початку в чашу коткового змішувача подають через живильник та ваговий дозатор пісок та ферохромний шлам. Після перемішування з баку через ваговий дозатор додають рідку композицію: зв'язувальний компонент та спеціальні добавки. Після 4...5 хвилин перемішування, готова суміш подається через затвор в опоку або стрижневий ящик [3].

4.3 Технологія виготовлення форми

Форма виготовляється на струшувальній формувальній машині з використанням допресовки.

Операції формування:

- на плиту формувальної машини встановлюємо та закріплюємо модельну плиту з моделями;
- встановлюємо опоку, centruємо та фіксуємо відносно модельної плити;
- проводимо покриття поверхні моделі та площини рознімання розділовим покриттям;
- відкриваємо жалюзі бункера та заповнюємо опоку формувальною сумішшю;

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

- вмикаємо режим струшування, відбувається ущільнення суміші
- вмикаємо механізм допресування;
- вмикаємо механізм витяжки моделі;
- готова півформа кантується та зіштовхується на конвеєр. Паралельно на іншій формувальній машині виконується нижня півформа.

4.4 Технологія виготовлення стрижнів

Виготовлення стрижнів відбувається на піскострільній машині. В встановлений на столі машини стрижневий язик через насадку подають стрижневу суміш. Для виходу відпрацьованого повітря у стрижневому ящику завчасно встановлені венті. Після заповнення ящика стрижневої суміші необхідної щільності, ящик знімають з робочого столу. При необхідності сушать і після витягують готовий стрижень з ящика [2].

4.5 Вибір способу захисту виливка від пригару

Пригар – шлакоподібний силікатний шар із оксидів металу, силікатних фаз та формувальних матеріалів, який міцно зчеплений з поверхнею виливка. Зменшити або ж уникнути утворення пригару можна шляхом створення відновлювальної атмосфери в порожнині ливарної форми і на межі «метал-форма» при заповненні її розплавом до моменту утворення на поверхні виливка твердої кірочки затверділого сплаву [3].

Для попередження утворення пригару поверхню форми покриваємо протипригарною фарбою (табл. 4.11).

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.11 – Склад протипригарної фарби

Склад, %					Властивості		
Графіт		Тальк	ЛСТ	Розчинник	В'язкість, с	СНЗ, мгс/см ²	Щільність, кг/м ³
ГЛС-1 ГЛС-2	ГЛ-1 ГЛ-2			ПМЦ, ОЕЦ, ПВС в'язкістю, с			
				21...23			
25	10	-	5	60	55...60	3,8...4,2	1350

4.6 Розрахунок піднімальної сили

Для проведення розрахунків використовуємо формулу:

$$P\Sigma = k \cdot (P_{\text{в.пф}} + P_{\text{ст}} + P_{\text{л.с.}}) - (G_{\text{в.пф}} + G_{\text{ст}}), \text{ Н} \quad (4.17)$$

k - коефіцієнт запасу, який враховує гідравлічний удар в кінці заливання.

Приймаємо $k = 1,4$;

$P_{\text{в.пф}}$ - тиск, діючий на верхню півформу, Н;

$P_{\text{ст}}$ - тиск, діючий на стрижень, Н;

$P_{\text{л.с.}}$ - сила тиску металу через ливникову систему, Н;

$G_{\text{в.пф}}$ - маса верхньої півформи, Н;

$G_{\text{ст}}$ - маса стрижня, Н.

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		63

Тиск, діючий на верхню півформу визначаємо за формулою:

$$P_{в.пф} = F_{г.пр} \cdot n \cdot \rho_{ме} \cdot g \cdot h_c, Н \quad (4.18)$$

де $F_{г.пр}$ - площа горизонтальної поверхні виливка.

У нашому випадку $F_{г.пр} = 0,19 \text{ м}^2$;

n – кількість виливків у формі, шт;

$\rho_{ме}$ - густина металу що заливається.

Для сталі 15Л приймаємо $\rho_{ме} = 7700 \text{ кг/м}^3$;

$h_{ст}$ - середній металостатичний напір в кінці заливання.

Приймаємо $h_{ст} = 0,15 \text{ м}$.

Підставивши значення в формулу (4.18) отримаємо:

$$P_{в.пф} = 0,19 \cdot 2 \cdot 7700 \cdot 9,81 \cdot 0,15 = 4\,305 \text{ Н}.$$

Тиск, що діє на стрижень, розраховується за формулою:

$$\sum P_{ст} = n_{стр.} \cdot V_{ст} \cdot \rho_{см} \cdot g, Н \quad (4.19)$$

$n_{стр}$ – кількість стрижнів у формі , що знаходяться під дією піднімальної сили: $n_{стр.} = 4$;

де $V_{ст} = 0,014 \text{ м}^3$ – об'єм стрижня що знаходиться під дією піднімальної сили;

Підставивши значення в формулу (4.19) отримаємо:

$$\sum P_{ст} = 1 \cdot 0,014 \cdot 7700 \cdot 9,81 = 1057 \text{ Н}.$$

Силу тиску металу через ливникову систему визначаємо за формулою:

$$P_{л.с.} = F_{г.пр.лс} \cdot \rho_{ме} \cdot g \cdot H_1, Н \quad (4.20)$$

де $F_{г.пр.лс} = 0,0083 \text{ м}^2$ – площа горизонтальної проекції ливникової системи;

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

$H_1 = 0,4\text{м}$ – висота стовпа металу від його рівня в ливниковій чаші до роз'єму форми.

Підставивши значення в формулу (4.20) отримаємо:

$$P_{\text{лс}} = 0,0083 \cdot 7700 \cdot 9,81 \cdot 0,4 = 250 \text{ Н.}$$

Вагу верхньої півформи визначаємо за формулою:

$$G_{\text{впф}} = (m_{\text{опоки}} + m_{\text{сум.}}) \cdot g, \text{ Н} \quad (4.21)$$

де $m_{\text{оп}}$ - маса верхньої опоки, кг;

$m_{\text{ф.с.}}$ - маса формувальної суміші у верхній опоці, кг;

Масу формувальної суміші у верхній опоці визначаємо за формулою:

$$m_{\text{ф.с}} = (V_{\text{в.пф}} - V_{\text{вил}}) \cdot \rho_{\text{сум}} \quad (4.22)$$

де $V_{\text{в.пф}}$ – об'єм верхньої півформи, м³;

$V_{\text{вил}}$ – об'єм вилівка, що знаходиться у верхній півформі, м³;

$\rho_{\text{сум}}$ - густина формувальної суміші. Приймаємо $\rho_{\text{сум}} = 1650 \text{ кг/м}^3$;

Підставивши значення в формулу (4.22) отримаємо:

$$m_{\text{ф.с}} = (1,2 \cdot 1,0 \cdot 0,225 - 0,0123 \cdot 2) \cdot 1650 = 464 \text{ кг}$$

Підставивши значення в формулу (4.21) отримаємо:

$$G_{\text{впф}} = (250 + 464) \cdot 9,81 = 7004 \text{ Н.}$$

Підставивши значення в формулу (4.17) отримаємо:

$$P_{\Sigma} = 1,4 \cdot (4305 + 1057 + 250) - (7004 + 58) = -2030 \text{ Н.}$$

Оскільки $P_{\Sigma} = - 2030 \text{ Н}$, то на верхню опоку не потрібно встановити

вантаж

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

4.7 Розрахунок температури чавуну перед випуском із печі

Розрахунок температури перед випуском із печі виконується за наступною формулою:

$$T_{\text{вип}} = T_{\text{зал}} + T_{\text{транс}} + T_{\text{розл}}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (4.23)$$

де $T_{\text{вип}}$ – температура сталі перед випуском із печі;

$T_{\text{зал}}$ – температура заливання сталі у форму;

$T_{\text{транс}}$ – температура транспортування;

$T_{\text{розл}}$ – температура на розливання сталі у ківш.

Втрата тепла за 1 хвилину складає приблизно 10°C .

Час транспортування складає 3 – 7 хвилин.

Температура заливання сталі – $1550 - 1650^\circ\text{C}$.

Температура чавуну перед випуском із печі становить:

$$T_{\text{вип}} = 1600 + 50 + 50 = 1700^\circ\text{C}.$$

4.8 Контроль якості продукції

До основних методів контролю якості відносимо:

- контроль геометричних розмірів;
- контроль наявності поверхневих та внутрішніх дефектів;
- контроль наявності неметалевих вкраплень, газових вкраплень, внутрішніх
- контроль наявності тріщин, усадкових раковин, визначається акустичним методом неруйнівного контролю;

					<i>Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ</i>	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

— контроль наявності піщаних раковин, визначається за допомогою магнітного контролю.

4.9 Термічне оброблення виливків

Для виливка «Поршень» із сталі 35Л застосовуємо нормалізація при температурі 860-880 °С та подальший відпуск при температурі 600-630 °С.

Нормалізація застосовується для підвищення міцності і в'язкості, однорідності структури та покращення оброблюваності вуглецевої сталі, а також, виправлення структури і зменшення внутрішніх напружень. При цьому виді термічної обробки швидкість охолодження вища, ніж при відпалі, і розпад аустеніту відбувається в нижній частині перлітного інтервалу. Після нормалізації утворюється дисперсна ферито-цементитна структура — сорбіт або троостит. Ці структури мають вищу твердість і міцність у порівнянні з перлітом, який формується після відпалу. Різниця між властивостями збільшується з підвищенням вмісту вуглецю у сталі [1].

Високотемпературний відпуск майже повністю усуває гартівні внутрішні напруження та утворює структуру сорбіту відпуску, що забезпечує найкраще поєднання високої ударної в'язкості, границі витривалості із задовільною міцністю й твердістю [1].

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

5 РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА «ФЛАНЕЦЬ»

5.1 Обґрунтування вибраної технології

5.1.1 Загальна характеристика литої деталі.

Деталь «Фланець» (рис. 5.1) це деталь, яка служить для міцного та герметичного з'єднання труб, трубопровідної арматури. Фланці використовують попарно.

Готовий виливок «Фланець» має бути високої якості, а саме: задовольняти високі механічні та експлуатаційні властивості, витримувати високі гідравлічні навантаження та бути виконаним з розповсюджених, економічно вигідних матеріалів.

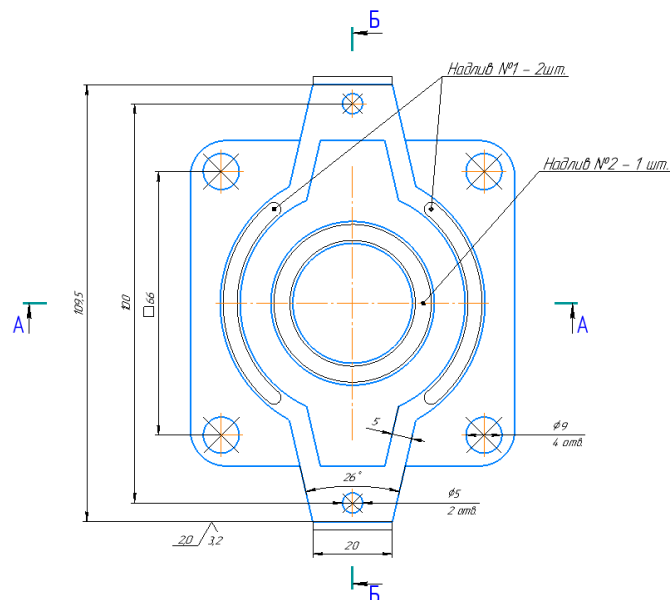


Рисунок 5.1 – Деталь «Фланець»

					ФЛ81мп.8111.1110.000ПЗ		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Павлик В.Г.				РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА «ФЛАНЕЦЬ»		
Перевір.	Ямшинський М.М.						
Реценз.							
Н. Контр.	Федоров Г.З.						
Затверд.	Ямшинський М.М.						
					Літ.	Аркш	Аркшів
							68
					КПІ, ІФФ, гр. ФЛ-81мп		

Виливок «Фланець» відноситься до виливків відповідального призначення, за масовою групою відноситься до дрібних – масою до 100 кг.

Обраним матеріалом для виготовлення виливка «Фланець» буде сталь 15Л за ДСТУ 8781:2018, властивості сталі 15Л наведені в табл. 4.1 та 4.2

Таблиця 4.1 - Масова частина компонентів сталі марки 15Л ДСТУ 8781:2018

Позначення ГОСТ	Масова доля елементів, %				
	Вуглець	Марганець	Кремній	Фосфор	Сірка
				не більше	
15Л	0,12...0,2	0,45...0,9	0,2...0,52	0,06	0,06

Таблиця 4.2 - Механічні властивості сталі марки 15Л ДСТУ 8781:2018

Позначення ГОСТ	Тимчасовий опір на розривання, Мпа	Відносне подовження, %	Твердість за Бренеллем, НВ
15Л	392	24	121...126

Сталь 35Л (ДСТУ 8781:2018), має такі ливарні властивості: температура критических точок: $A_{c1} = 735$, $A_{c3}(A_{cm}) = 863$, $A_{r3}(A_{rcm}) = 840$, $A_{r1} = 685$, температура початку затвердіння – 1512...1521°C, ливарна лінійна усадка від 2,2 до 2,3 %.

5.1.2 Вибір технологічного процесу виготовлення виливка

Після аналізу виливка «Фланець» за такими властивостями, як: габарити виливка, його конфігурація, товщина стінок, шорсткості поверхонь, геометрична точність, вимоги до структури та властивостей литого металу, серійність виробництва, маса виливка, автоматизація та економія матеріальних, трудових та енергетичних затрат при мінімальному забрудненні навколишнього середовища, можна зробити висновок: зі всіх відомих спеціальних способів лиття найбільш доцільно виготовляти виливок типу «Фланець» за моделями, що витоплюються. В основі якого лежить процес отримання виливків шляхом вільного заливання розплавленого металу в оболонкові форми, які виготовляються із спеціальної вогнетривкої суміші з використанням разових моделей, які після виготовлення форми витоплюються або розчиняються.

5.1.3 Обґрунтування положення виливка у формі й вибір площини роз'єму прес-форми

Виливок «Фланець» виготовлятиметься за спеціальним методом лиття за моделями, що витоплюються. В даному методі ливникова система буде у вигляді системи каналів, через які сплав буде надходити до порожнини виливка і водночас живити виливок під час його кристалізації.

Розміщення виливка повинно бути так, щоб підведення металу подавалось в термічні вузли виливка. Таке розміщення буде сприяти запобіганню ливарних дефектів. Ливниково-живильна система має вигляд перерізу, до якого приєднані живильники з виливками. У такій системі стояк виконує роль ливникового ходу та водночас надливу.

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

Розташування стояка в центрі, сприяє природному уповільненню руху металу та його направленому затвердінню.

Одна з найвагоміших переваг методу лиття за моделями, що витоплюються є форма (контейнер), яка не має площини роз'єму і відповідно немає потреби в розніманні форми за рахунок того, що модель виливка виплавляється.

5.1.4 Усадка сплаву

Усадка металу – це зміна об'єму та лінійних розмірів виливка на протязі всього циклу формування виливка із рідкого металу. Усадка може спричинити утворення усадкових раковин, поруватості виливка, концентрованих ливарних напружень, гарячих та холодних тріщин. Усадка металу також може впливати на вагову точність, герметичність та щільність виливка. Процеси усадки визначають хімічним складом металу, температурою перегріву, фазовими переходами в рідкому та твердому стані, наявністю домішок та швидкістю відведення тепла від металу під час початку кристалізації до повного охолодження виливка.

5.1.5 Припуски на механічну обробку поверхонь виливка

Величину припусків на механічну обробку призначаємо у відповідності до вимог ГОСТ 26645-85. Припуск на механічну обробку, з урахуванням масштабу, зображуємо суцільною лінією червоного кольору.

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.1 - Припуски на механічну обробку поверхонь виливка

№	Найменування	Характеристика
1	Вид технологічного процесу	Лиття за моделями, що витоплюються
2	Тип сплаву	15Л ДСТУ 8781:2018
3	Маса виливка, кг	0,4
4	Найбільший габаритний розмір, мм	109,5
5	Клас розмірної точності виливка	8
6	Ступінь короблення виливка	10
7	Ступінь точності поверхонь виливка	12
8	Клас точності маси виливка	10
9	Ряд припуску на механічну обробку	6

Таблиця 5.2 - Припуски розмірів на механічну обробку

Номинальний розмір , мм	109,5	81,5	12,5
Мінімальний допуск номінального розміру виливка, мм.	0,8	0,6	0,3
Допуск форми та розміщення поверхні виливка , мм	1,0	0,8	0,6
Вид кінцевої обробки	Напівчистова		
Загальний допуск на номінальні розміри , мм	1,8	1,4	0,9
Припуск на механічну обробку, мм	2,0	1,5	1,0

Точність виливка 8-10-12-6 ГОСТ 26645-85.

5.1.6 Визначення кількості виливків в формі

Враховуючи умови серійності виробництва, доцільної кількістю виливків в формі (контейнері) та моделей в прес-формі, в ливарній формі розташовуємо в загальній кількості 8 виливків на стояку, де на одному ярусі будуть знаходитись по чотири виливка. Модель стояка буде виготовлятись в окремій прес-формі.

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		72

5.1.7 Розрахунок ливникової системи

Ливникова система – це сукупність каналів, через які рідкий метал подається до порожнини ливарної форми.

Призначення ливникової системи:

- забезпечення безупинної, рівномірної та спокійної подачі металу в порожнину форми;
- передбачення живлення виливка рідким металом під час його кристалізації та усадки;
- затримання попадання шлаку, піску та інших неметалевих вкраплин у форму;
- попередження руйнування форми від дії струменя металу.

Важливою умовою виготовлення якісного виливка є правильна конструкція ливникової системи. Враховуючи габаритні розміри виливка «Фланець», товщину стінки, масу, а також спосіб лиття застосовуємо конструкцію сифонної ливникової системи. Сифонна ливникова система забезпечує напрямлену кристалізацію металу, хороший газовідвід та перешкоджає викиди металу надлишковим тиском у початковий період заповнення форми [6].

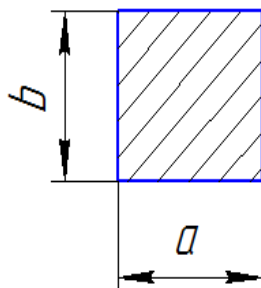
Розрахунок ливникової системи виконується на ЕОМ, тому ливникова система для виливка «Фланець» розрахована за допомогою комп'ютера за спеціальною програмою, розробленою і впровадженою кафедрою ливарного виробництва НТУУ «КПІ» (Додаток А).

В результатах розрахунків на ЕОМ отримали результати:

- діаметр стояка , $D = 28$ мм;
- висота живильника $b = 6$ мм;
- ширина живильника $a = 4,5$ мм.

					<i>Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ</i>	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

За даними розрахунку ливникової системи для чорних сплавів і різних видів лиття (Додаток А) площа поперечного перетину живильника складає:



$$F_{\text{жив.}} = a \cdot b, (5.1)$$

$$F_{\text{жив.}} = 4,5 \cdot 6 = 27 \text{ мм}^2 = 0,27 \text{ см}^2$$

Рис 5.3 Переріз живильника

Сумарна площа живильників буде розраховуватись за формулою:

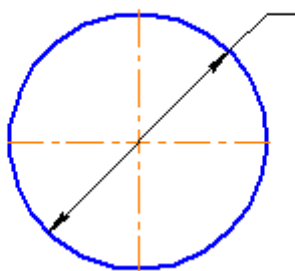
$$\sum F_{\text{жив}} = F_{\text{жив}} \cdot n_{\text{жив}}, \text{ см}^2 \quad (5.2)$$

де $F_{\text{жив.}}$ – площа живильника, см^2 ;

$n_{\text{жив.}}$ – кількість живильників на один вилівок.

$$\sum F_{\text{жив}} = 0,27 \cdot 2 = 0,54 \text{ см}^2$$

Площа перетину стояка складає:



$$F_{\text{ст.}} = \pi d^2 / 4, \text{ см}^2, (5.3)$$

$$F_{\text{ст.}} = 3,14 \cdot 2,8^2 / 4 = 6,15, \text{ см}^2$$

Рис 5.4 – Переріз стояка

Розміри робочої порожнини персс-форми розраховуємо за формулою:

$$D_n = D_0 \cdot (1 + y_{\text{заг}} / 100) \pm 0,5\delta \quad (5.3)$$

де D_n – номінальний розмір робочої порожнини пресс- форми, мм;

D_0 – номінальний розмір виливка, мм;

δ_0 - допуск на розмір виливка, мм. Приймаємо $\delta_0 = 0,9$ мм;

$U_{\text{заг}}$ – загальна лінійна усадка в %, яка розраховується за формулою:

$$y_{\text{заг}} = y_m + y_0 - y_{\text{ф}} \quad (5.4)$$

де y_m – вільна лінійна усадка моделей, %. Приймаємо $y_m = 0,8$ %

y_0 – вільна лінійна усадка металу, %. Приймаємо $y_0 = 2,0$ %;

$y_{\text{ф}}$ – середнє лінійне розширення форми при прожарюванні перед заливанням,%. Приймаємо $y_{\text{ф}} = 0,9\%$.

$$y_{\text{заг}} = 0,8 + 2,0 - 0,9 = 2,1\%$$

Номінальний розмір прес-форми:

$$L_n = 109,5 \cdot (1 + 2,1/100) - 0,5 \cdot 0,9 = 111,35$$

$$H_n = 22,5 \cdot (1 + 2,1/100) - 0,5 \cdot 0,9 = 22,5$$

Товщина стінок повинна бути мінімальною, але достатньою, щоб забезпечити жорсткість прес – форми.

В нашому випадку товщина стінки складає 8 мм. Габаритні розміри прес – форми наступні: висота = 40 мм, довжина = 135 мм.

5.2 Порядок операцій

Основні операції технологічного процесу:

- Підготовка прес – форми (очищення , змащування робочої порожнини, збирання);
- Приготування модельного складу;

					<i>Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ</i>	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

- Заповнення прес – форми модельним складом;
- Витримка і затвердіння моделі;
- Вилучення моделі з прес-форми;
- Збирання моделей в блоки;
- Нанесення на блок моделей оболонки з необхідної кількості шарів вогнетривкої суспензії (модельний блок занурюють у суспензію, потім обсіпання в установках «киплячого шару» вогнетривким наповнювачем. Кожен шар висушується на повітрі 30...40 хвилин з метою завершення реакції гідролізу і випаровування розчинника і води)
- Витоплення моделей гарячою водою при $T = 90 \dots 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- Прожарювання оболонок при $T = 900 \dots 1000 \text{ }^{\circ}\text{C}$ з метою видалення залишків моделі та зміцнення оболонки;
- Заливка;
- Фінішні операції (вибивка , обрубка , зачистка) .

5.3 Вихідні матеріали

В якості модельного складу обираємо ПС 50-50 (див табл 5.1).

Таблиця 5.3– Компоненти модельного складу

№	Назва складових	Вміст ,%
	Парафін	50
	Стеарин	50

Таблиця 5.4 – Характеристики модельного складу

№	Назва характеристики	Значення
1	Температура каплепадіння,	47,5
2	Температура запресування,	42
3	Усадка модельного складу, %	0,8
4	Міцність при згині, МПа	2
5	Тиск запресування пасти,	0,2

Таблиця 5.5 – Склад керамічної суспензії

Компоненти	Вміст, %
Зв'язувальний компонент	
Етилсилікат	42,0
Спирт етиловий	52,0
Вода підкислена	6,0
Наповнювач	
Цирконова мука	50,0
Цирконовий пісок	38,0
Польовий шпат	12,0
Гелеутворювач	
Оксид магнію	0,03...2,0

5.4 Технологія формоутворення

5.4.1 Збирання моделей у блоки

Електропаяльник або нагріте лезо поміщають між моделлю живильника та моделлю ливникової системи в місці, де модель повинна бути припаяна. Потім одним боком паяльника торкаємось одночасно моделі живильника, а другим – частини моделі, оплавивши їх, паяльник швидко забираємо та ці частини злегка притискаємо одна до одної. Таким чином приплавляємо усі моделі до стояка [6].

5.4.2 Виготовлення керамічних оболонок

Суспензію наносимо на блоки зануренням їх у ванну з суспензією. Наносимо 4... 6 шарів суспензії – вони забезпечать оптимальні технологічні характеристики, такі як міцність та газопроникність.

Блок моделей занурюємо у ванну. Процес занурення блока проводимо так, щоб бульбашки повітря змогли видалитися з поверхні, особливо з отворів.

Вийнятий з ванни блок повільно повертаємо в різних напрямках для того, щоб дати змогу збігти залишку суспензії і розподілитись на поверхні моделі рівномірною плівкою. Після цього покриття обсипаємо піском. Проміжок часу між нанесенням суспензії та початком обсипки повинен становити не менше 10 с. Обсипка блока відбувається в киплячому шарі піску. Кожен шар покриття сушимо в потоці повітря. Тривалість сушки кожного шару етилсилікатного покриття 2...4 годин [6].

5.4.3 Витоплювання моделей

Витоплення модельного складу здійснюємо в установці моделі 64511.

Установка забезпечує виконання наступних операцій:

- занурення блоку в нагріте середовище;
- виплавлення модельного складу з керамічних оболонок ;
- поступальний і обертальний рух блоку навколо своєї осі ;
- злив розплавленого модельного складу з ванни виплавки та відділення модельного складу від води [6].

5.4.4 Формоутворення

Під час вибору формувальної суміші і методу формування необхідно враховувати низьку міцність матеріалу і легке деформування моделі під дією зовнішніх навантажень, які не повинні перевищувати 0,1 МПа. Тому такі методи формування, як струшування, пресування, формування піскометом тощо, неприйнятні для виробництва виливків за моделями, що витоплюють.

					<i>Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ</i>	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

Навіть формування ручними простими і пневматичними трамбівками потрібно виконувати дуже обережно, щоб не пошкодити модель. Краще всього застосовувати сипкі суміші, що не вимагають додаткового ущільнення, або для ущільнення яких достатня вібрація.

Отже, для зміцнення оболонок під час заливання розплавом, їх заформовуємо в сипкий наповнювач. В якості формувального матеріалу використовуємо сухий кварцовий пісок без зв'язувального компонента. Сухий пісок в замкненому об'ємі витримує значні навантаження без деформацій, при чому величина допустимого навантаження залежить від щільності піску та кута внутрішнього тертя. Кварцовий пісок, який використовується для обсіпання шару суспензії, повинен мати мінімальну кількість домішок: для перших двох шарів оболонки можна використовувати пісок марок 1K₁O₁016 та 1K₁O₁02, а для наступних шарів – більш грубозернистий марок 1K₁O₃03, 2K₂O₃03. При цьому оболонка стає більш міцною та термостійкою [7].

5.4.5 Прожарювання форм

Під час прожарювання оболонки вигорають залишки модельного складу, видаляються продукти неповного гідролізу, випаровується вода та інші газотвірні речовини. Проходить спікання часток зв'язувального компонента з частинками вогнетривкого пилоподібного матеріалу. В стінках з'являються пори та мікроскопічні тріщини, що призводить до підвищення газопроникності.

При 900...1000 °C необхідна витримка протягом 1...2 годин, для того щоб процес прожарювання оболонок закінчився повністю. Загальний час прожарювання оболонки з сипким наповнювачем досягає 6...8 годин [7].

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

5.5 Можливі специфічні види браку виливків

Основними видами браку виливків в цехах точного лиття є відхилення від розмірів, засори, погіршена поверхня. Частіше всього при порушенні технології лиття за моделями, що витоплюються. Необхідно суворо слідкувати за відповідною підготовкою вихідних матеріалів, точним дотриманням температурних режимів під час запресовування модельного складу, сушінні та прожарюванні форм, плавленні та заливанні металу. Обладнання та оснастка повинні бути в задовільному стані.

5.5.1 Поверхневі дефекти

- Велика шорсткість поверхні з'являється по причині низької чистоти та нерівномірного змащення поверхні прес-форми, поганого змочування поверхні моделі обмазкою та інше. Робоча поверхня прес-форми необхідно добре очищати від залишків модельного складу, води та залишків змащення. Нанесенням змащення на поверхні прес-форми повинно бути рівномірним.

- Заливи це - проникнення металу в тріщини оболонки, утворюючи "гребінці", чи між шарами оболонки, утворюючи "напливи". Тріщини з'являються при низькій міцності оболонки. Напливи з'являються при розшаруванні оболонки від повітря, що скопалося між її шарами. Причиною появи пухирців в оболонці являється повітря, яке замішане в обмазку, тому потрібно збільшити час витримки обмазки перед нанесенням її на моделі [7].

- Пригар на виливках утворюється в результаті хімічної взаємодії матеріалів оболонки та вилівка чи перегріву окремих частин форми. Для того, щоб усунути пригар, для оболонки потрібно використовувати матеріали з високою

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

хімічною інертністю, зменшувати температуру заливання та збільшувати відстань між виливками в блоці.

5.5.2 Внутрішні дефекти виливків

- Засори це - порожнини в виливку, за типом можуть бути закриті та відкриті, вони заповнюються матеріалом оболонки, можуть з'являються при змиванні потоком металу “задирок” на оболонці, вони утворюються в щілинах між спаяними моделями та ливниковою системою, які виконані неохайно.

- Усадкові раковини та пористість в стінках можуть виникнути при поганому живленні окремих частин виливка під час її кристалізації. Для запобігання усадкових дефектів необхідна зміна конструкції ливникової системи, а інколи і зміна конструкції самого виливка. Ливникова система повинна забезпечувати направлене твердіння виливка. Для цього при необхідності потрібно встановити надливи над масивними частинами виливка, чи змінити підвід металу через живильник, щоб через них забезпечити більше живлення виливка від стояка [7].

5.6 Техніко – економічні показники

Технологічний вихід придатного литва розраховуємо за формулою:

$$ВП_{техн} = \frac{Q_0 \cdot n_{вил} \cdot 100}{Q_{ме.ф}}, \% \quad (5.5)$$

де Q_0 – маса виливка, $Q_0 = 0,4$ кг;

$n_{вил}$ – кількість виливків у формі, $n_{вил} = 8$ шт.;

$Q_{ме.ф}$ – металоємність форми;

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

$$Q_{\text{ме.ф}} = Q_0 \cdot n_{\text{вил}} + Q_{\text{л.с}}, \text{ кг} \quad (5.6)$$

де $Q_{\text{л.с}}$ – маса ливникової системи. Приймаємо, що маса ливникової системи складає 60 % від маси виливків у формі, отже

$$Q_{\text{л.с}} = 0,4 \cdot 8 \cdot 0,6 = 1,9 \text{ кг}$$

$$Q_{\text{ме.ф}} = 0,4 \cdot 8 + 1,9 = 5,15 \text{ кг}$$

Вихід придатного технологічний складає:

$$ВП_{\text{техн}} = \frac{0,4 \cdot 8 \cdot 100}{5,15} = 62\%$$

Вихід придатного литва металургійний:

$$ВП_{\text{мет.}} = \frac{(100 - Y\%) \cdot (100 - П\%) \cdot (100 - Б\%) \cdot ВП_{\text{техн.}}(\%) }{10^6}, \% \quad (5.7)$$

де $Y\%$ – відсоток угару металу при плавці в печі, $Y\% = 2\%$;

$П\%$ – безповоротні втрати металу, $П\% = 1,5\%$;

$Б\%$ – відсоток браку, $Б\% = 6\%$.

Таким чином вихід придатного металургійний складає :

$$ВП_{\text{мет.}} = \frac{(100 - 2) \cdot (100 - 1,5) \cdot (100 - 6) \cdot 62}{10^6} = 54\%;$$

Коефіцієнт використання металу:

$$КВМ = \frac{G_{\text{дет.}}}{G_{\text{дет}} + Q_{\text{прип}}}, \quad (5.8)$$

де $G_{\text{дет}}$ – маса деталі, $G_{\text{дет}} = 0,4 \text{ кг}$;

$Q_{\text{прип}}$ – маса припусків на один виливок.

Маса припусків на один виливок становить 10% від маси виливка, тому приймаємо: $Q_{\text{прип}} = 0,04 \text{ кг}$.

$$КВМ = \frac{0,4}{0,4 + 0,04} = 0,90$$

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

6 ПРОЕКТУВАННЯ ЛИВАРНОГО УСТАТКУВАННЯ

6.1 Призначення індукційної печі та межі її використання

Індукційна сталеливарна тигельна піч має закриту конструкції, а саме - магнітний потік зовні індуктора радіально передається розміщеними магнітопроводами (пакетами трансформаторної сталі). Така конструкція дає печі такі характеристики як компактність та жорсткість, підвищує КПД (коефіцієнт корисної дії) і її продуктивність.

Індукційні сталеливарні тигельні печі мають змогу працювати на струмі промислової частоти (50 Гц). Прискоренні процесу плавлення металу у печі та підвищення питомою потужності забезпечується за рахунок додаткових генераторів, які збільшують питому частоту струму до 5000 Гр, при цьому потужність зростає від 250 до 800 кВт/т.

Великою перевагою індукційних сталеливарних тигельних печей є висока продуктивність, відносно холодний шлак, інтенсивне перемішування та якість металу.

Враховуючи те що індукційна сталеливарна тигельна піч є агрегатом періодичної дії, то для того, щоб забезпечити безперервне плавлення металу на плавильних дільницях потрібно встановлювати декілька печей. Також слід встановлювати додаткові печі за рахунок ситуацій, коли печі будуть потребувати профілактики, ремонту тощо.

Головною частиною печі є індуктор 3, який представляє собою мідну профільовану водо-охолоджувальну трубку. Котушки індуктора ізольовані

					<i>Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>ПРОЕКТУВАННЯ ЛИВАРНОГО УСТАТКУВАННЯ</i>		
<i>Розроб.</i>	<i>Павлик В.Г.</i>						
<i>Перевір.</i>	<i>Ямшинський М.М.</i>						
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>	<i>Федоров Г.З.</i>						
<i>Затверд.</i>	<i>Ямшинський М.М.</i>				<i>КПІ, ІФФ, зр. Ф/Л-81мп</i>		
					<i>Літ.</i>	<i>Аркш</i>	<i>Аркшів</i>
							<i>83</i>

склострічками; щоб уникнути осьового переміщення індуктора він зафіксований спеціальними притисками з немагнетного матеріалу. Індуктор печі оточений вінцем із сталевих пакетів, які разом з притисками створюють надійне кріплення індуктора, що особливо важливо при нахилі печі[10].

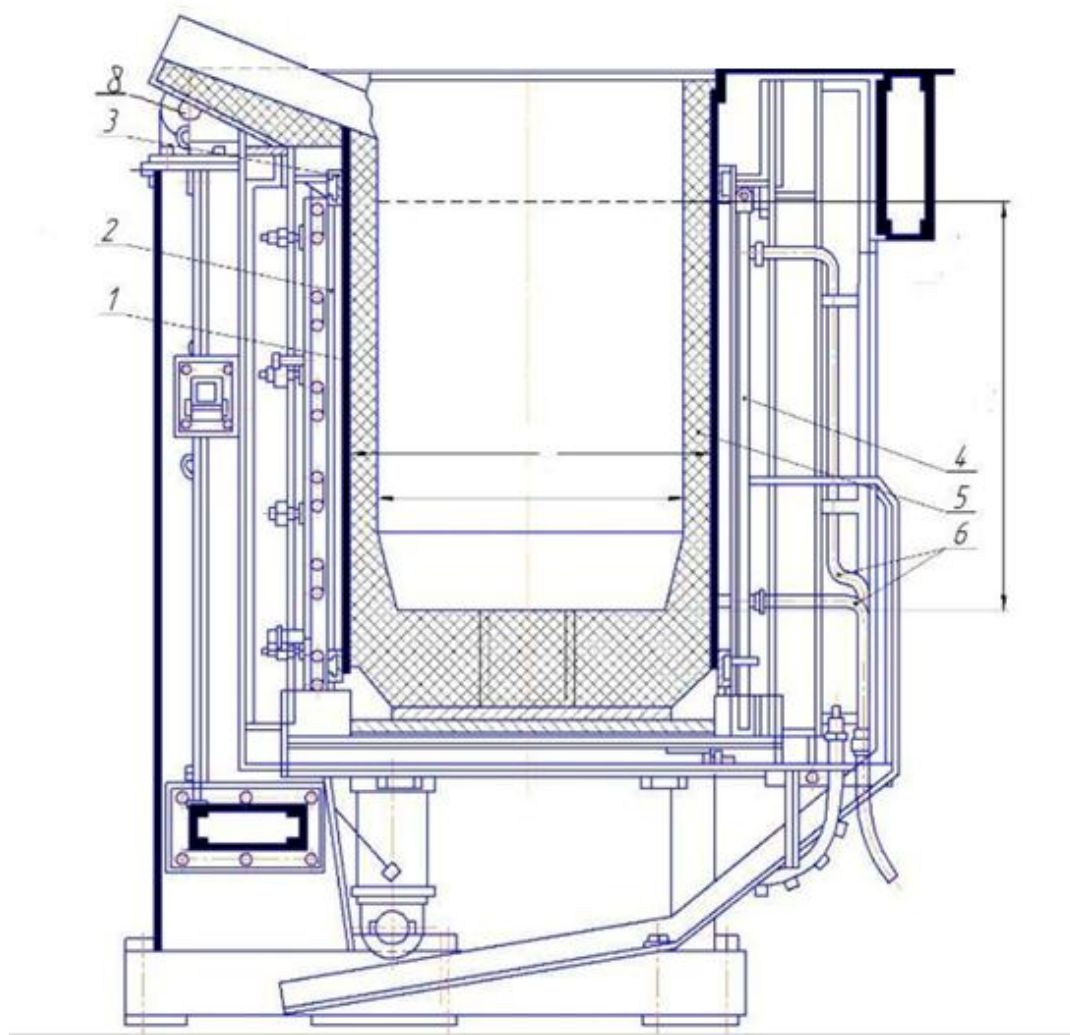


Рисунок 6.1 – Схема індукційної сталеливарної печі – ІСТ 0,4:

1 – робоча катушка 2 – холоста катушка; 3 – водоохолоджуване кільце; 4 – натяжний пристрій; 5 – футерівка; 6 – напруго- водопроводи; 8 – вісь обертання.

Плавильним простором печі є тигель 5, який виконується зазвичай набиванням безпосередньо в самій печі. Для футерівки тигля застосовують кислі, основні і нейтральні вогнетривкі матеріали

Струмopідведення до печі здійснюється гнучкими водоохолоджувальними кабелями. Регулювання потужності печі здійснюється автоматично регулятором електричного режиму. Для управління нахилом печі передбачений пульт управління [10].

6.2 Розрахунок тигля

Розраховуємо об'єм тигля за наступною формулою:

$$V = G/\gamma, \quad (6.1)$$

де V – об'єм тигля, м^3 ;

G – місткість печі, кг ;

γ – густина рідкого металу.

Підставивши значення в формулу (6.1), отримуємо:

$$V = 400 / 7700 = 0,52 \text{ м}^3$$

Знаходимо значення коефіцієнтів C_1 і C_2 із діаграми залежності коефіцієнтів від роду металу (рис. 6.2).

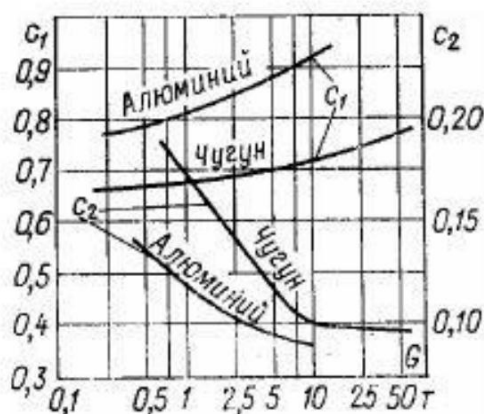


Рисунок 6.2 – Оптимальні значення коефіцієнтів геометрії тигля C_1 C_2 в залежності від ємності печі

Коефіцієнт C_3 потрібно приймати 1,2...1,3

Приймаємо такі коефіцієнти: $C_1=0,7$; $C_2=0,14$; $C_3=1,2$.

Робочий внутрішній діаметр тигля розраховуємо за формулою:

$$D_2 = \sqrt[3]{4C_1 \cdot V/\pi}, \quad (6.2)$$

де D_2 – робочий внутрішній діаметр тигля, м;

V – об'єм тигля, м^3 .

Підставивши значення в формулу (6.2), отримуємо:

$$D_2 = \sqrt[3]{4 \cdot 0.07 \cdot 0.52/3.14} = 0,36 \text{ м},$$

Розраховуємо висоту завантаження за формулою:

$$H_2 = D_2 / C_1, \quad (6.3)$$

де H_2 – висота завантаження тигля, м;

D_2 – робочий внутрішній діаметр тигля, м.

Підставивши значення в формулу (6.3), отримуємо:

$$H_2 = 0,36/0,7 = 0,52 \text{ м}$$

Розраховуємо висоту індуктора. Висота індуктора складає:

$$H_1 = H_2 \cdot C_3, \quad (6.4)$$

де H_2 – висота завантаження тигля, м;

H_1 – висота індуктора, м.

Підставивши значення в формулу (6.4), отримуємо:

$$H_1 = 0,52 \cdot 1,2 = 0,64 \text{ м}.$$

Товщина футерівки в середньому перерізі тигля знаходиться за формулою:

$$\Delta\Phi = D_2 \cdot C_2, \quad (6.5)$$

					<i>Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ</i>	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

Підставивши значення в формулу (6.5), отримуємо:

$$\Delta\Phi = 0,36 \cdot 0,14 = 0,05 \text{ м.}$$

Розраховуємо внутрішній діаметр тигля за формулою:

$$D_1 = D_2 + 2\Delta\Phi + 2\Delta i_3, \quad (6.6)$$

де D_1 – внутрішній діаметр тигля, м;

D_2 – середній внутрішній діаметр тигля, м;

$\Delta\Phi$ – товщина футерівки в середньому перерізі тигля, м;

Δi_3 – товщина теплової ізоляції між футерівкою і індуктором,

$\Delta i_3 = 8 \text{ мм}$

Підставивши значення в формулу (6.6), отримуємо:

$$D_1 = 0,36 + 2 \cdot 0,05 + 2 \cdot 0,008 = 0,465 \text{ м.}$$

					<i>Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ</i>	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

7 ОРГАНІЗАЦІЙНО–ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ

7.1 Організаційний розділ

Питання щодо організації виробництва в цеху вирішуємо на основі даних попередніх розділів проекту, зокрема, технологічного (розрахунок потрібного обладнання, його розміщення, організація технологічного контролю та контролю якості). У цьому розділі ми обґрунтовуємо необхідну чисельність робітників та управлінського персоналу, розмір фондів їх заробітної плати, визначаємо показники продуктивності праці.

7.1.1 Розрахунок чисельності виробничих робітників

Методика розрахунків планової чисельності працівників окремих категорій визначається специфікою їхньої роботи та галузевими особливостями функціонування підприємства.

Чисельність робітників, зайнятих на нормованих роботах ($\text{Ч}_{(p.n)}^{\text{пл}}$), розраховують за формулою:

$$\text{Ч}_{p.n}^{\text{пл}} = \frac{\sum t_i \cdot m_i}{T_{p.ч} \cdot K_{в.п}} \quad (7.1)$$

де t_i – планова трудомісткість одиниці i -го виду продукції, нормо-годин;

m_i – кількість продукції i -го виду, одиниць;

$T_{p.ч}$ – розрахунковий ефективний час одного робітника, год (табл. 7. 1);

n – кількість видів виготовленої продукції;

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ	Літ.	Аркш	Архшів
Розроб.		Павлик В.Г.						
Перевір.		Ямшинський М.М.						88
Реценз.								
Н. Контр.		Федоров Г.З.						
Затверд.		Ямшинський М.М.					КПІ, ІФФ, зр. Ф/Л-81мп	

$K_{в.п}$ – очікуваний коефіцієнт виконання норм (1,2...1,5).

Чисельність основних робітників, зайнятих на ненормованих роботах ($\chi_{ос}^{пл}$) (контроль технологічного процесу, керування апаратами, машинами та іншим устаткуванням), розраховують за нормами обслуговування, а саме:

$$\chi_{ос}^{пл} = \frac{m_o \cdot \Pi_{зм} \cdot K_{п}}{H_{об}}, \quad (7.2)$$

де m_o – кількість обслуговуваних об'єктів;

$\Pi_{зм}$ – кількість змін роботи на добу;

$K_{п}$ – коефіцієнт переведення явочної чисельності в облікову;

$H_{об}$ – норма обслуговування одного агрегата (кількість об'єктів на одного робітника).

7.1.2 Розрахунок чисельності основних та допоміжних робітників

Кількість основних виробничих працівників кожної з професій визначається із трудомісткості виробничих операцій, які здійснюються на ділянці, або аналогії із діючим виробництвом.

Плановий час роботи одного працівника за рік розраховуємо шляхом складання балансу робочого часу. Цей розрахунок представлений у табл. 7. 1.

Таблиця 7. 1 – Плановий баланс робочого часу за рік

Найменування витрат часу	Кількість днів
1	2
Кількість номенклатурних днів на рік	365
Неробочі дні, у тому числі:	114
– загально державні та релігійні свята	10

1	2
– вихідні	104
Режимний час підприємства, у тому числі:	306
– плановий фонд роботи працівника	230
– витрати робочого часу працівників, у тому числі:	38
– хвороба	12
– чергові та додаткові відпустки	24
– невиходи з дозволу адміністрації	1
– скорочення робочого часу матерям, підліткам	1

На підставі балансу робочого часу визначаємо обліковий склад робітників, який в свою чергу розраховується за допомогою коефіцієнта облікового складу $K_{обл.}$:

$$K_{обл.} = \Phi_{реж} / \Phi_{пл}, \quad (7.3)$$

де $\Phi_{реж}$ – режимний річний фонд роботи підприємства, днів;

$\Phi_{пл}$ – плановий фонд роботи працівника за рік, днів.

Підставивши значення у формулу (6.1) розраховуємо:

$$K_{обл.} = 306 / 230 = 1,3$$

Чисельність основних, допоміжних робітників та управлінського персоналу наведено в таблиці 7.2.

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

Таблиця 7.2 - Чисельність основних і допоміжних робітників та управлінського персоналу

Професія, посада, спеціальність	Кваліфікація	Явочна чисельність по змінах		Загалом на добу	Коефіцієнт переведення явочної чисельності в облікову	Облікова чисельність
		1-а	2-а			
Основні робітники						
Формувальник	IV	1	1	2	1,19	2
Заливальник	V	1	1	2	1,19	2
Стрижнювальник	IV	1	1	2	1,19	2
Вибивальник	III	2	1	3	1,19	4
Разом	–	5	4	9	–	10
Допоміжні робітники						
Кранівник	IV	1	1	2	1,19	2
Слюсар по ремонту устаткування	V	1	–	1	1,19	1
Разом	–	2	1	3	–	3
Управлінський персонал						
Начальник діляниці	–	1	–	1	–	1
Майстер	–	1	–	1	–	1
Разом	–	2	–	2	–	2
Усього працівників	–	9	5	14	–	15

7.1.3 Визначення фонду заробітної плати

Затрати на оплату праці є одним з основних елементів собівартості продукції. Вона складається:

- основної з / п;
- додаткової з / п;
- інших заохочувальних та компенсаційних витрат.

Основна зарплата – це винагорода за виконану працю відповідно з установленими нормами праці (норми часу, продуктивності, обслуговування, посадові зобов'язання).

Додаткова зарплата – це винагорода за працю окрім установленної норми, за успіхи в праці, за особливі умови праці, за винахідливість. Вона включає доплати, надбавки, премії, пов'язані з виконанням виробничих завдань і функцій.

До інших заохочувальних і компенсаційних виплат належать виплати за підсумками роботи за рік, премії по спеціальних системах і положеннях, компенсаційні грошові і матеріальні виплати, які не передбачені актами законодавства та ін.

Розрахунок фондів заробітної плати управлінського персоналу наведено в таблиці 7. 3.

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

Таблиця 7.3 - Розрахунок фонду заробітної плати управлінського персоналу

Професія, посада, спеціальність	Тарифна ставка, грн	Обліковий склад	Плановий фонд працівників	Основна заробітна плата, грн	Розрахунок додаткової плати, грн				
					Надбавки та доплати				Разом додагкова зарплата
					Премія 20 %	Особливі умови, 12 %	Відпустка, 12 %	Інші,10 %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Основні робітники									
Формува- льник	60	2	1840	220800	44160	26496	26496	22080	119232
Заливальник	70	2	1840	257600	51520	30912	30912	25760	139104
Стрижнюва- льник	74	2	1840	272320	54464	32678	32678	27232	147053
Вибивальник	60	4	1840	441600	88320	52992	52992	44160	238464
Разом		10		1192320					643853
Допоміжні робітники									
Кранівник	64	2	1840	117760	23552	14131	14131	11776	63590
Слюсар по ремонту устаткування	75	1	1840	138000	27600	16560	16560	13800	74520
Разом		3		255760					138110
Управлінський персонал									
			Оклад за місяць			Річний фонд заробітної плати			
Начальник дільниці		1	16000			192000			
Майстер		1	12000			144000			
Разом		2				336000			

Загальний фонд заробітної плати складає:

$$1\,192\,320 + 643\,853 + 255\,760 + 138\,110 + 336\,000 = 2\,566\,043 \text{ грн.}$$

7.1.4 Розрахунок продуктивності праці

Продуктивність праці розраховується як відношення річного об'єму виробництва до облікового складу всіх робітників цеху.

Таким чином, продуктивність праці (Π) – це річний об'єм продукції, виготовлений в розрахунок на одного робітника цеху.

$$\Pi = \frac{G}{\sum \text{Ч}}, \quad (7.4)$$

де G – обсяг продукції, виробленої цехом за рік, т;

$\sum \text{Ч}$ – чисельність працюючих всіх категорій.

$$\Pi = 2200 / 15 = 146,7 \text{ т/особу}$$

7.2 Економічна частина

7. 2.1 Розрахунок капітальних вкладень

Капітальні вкладення у виробничі фонди цеху, що проектується складаються з капітальних вкладень в основні фонди (придбання обладнання, транспортних засобів, оснастки інструменту, інвентарю, та будівельно-монтажні роботи) та оборотних нормованих засобів (витрати на утворення запасів матеріалів, швидкозношуваних інструментів, запасних частин для поточного ремонту обладнання та ін.). Вартість транспортування

					<i>Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ</i>	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

устаткування та його монтаж і наладку приймаємо у розмірі 15% від його ціни.
Розрахунок капітальних витрат на обладнання приведені в таблиці 7.4.

Таблиця 7.4 - Розрахунок капіталовкладень в устаткування

№ поз.	Найменування устаткування	Кількість, шт	Вартість за одиницю, тис.грн	Загальна вартість, грн	Витрати на монтаж, тис.грн	Всього, тис.грн
1	2	3	4	5	6	7
Основне технологічне устаткування						
1	Автоматична лінія КЛ91265СМ	1	300	300	24,7	324,7
2	Струшувальна формувальна машина	1	168	168	10,5	178,5
Разом основне технологічне устаткування						503,2
Допоміжне та підйомно-транспортне устаткування						
3	Мостовий кран Q = 2 т	1	25	25	6,2	56,2
4	Підвісний конвеєр	1	8,1	8,1	5,8	22
5	Стрічковий конвеєр	1	9,5	9,5	7,0	26
6	Пластинчастий конвеєр	1	5,5	5,5	3,9	14,9
Разом допоміжне та підйомно-транспортне устаткування						119,1
Загалом по цеху (виробничій ділянці)						622,3

Змн.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

Ф/Л81м.8111.1110.000ПЗ

Арк.

95

Капітальні вкладення в пристрої складають 20% від вартості устаткування:

$$K_{\text{пр}} = 622300 \cdot 0,2 = 124460 \text{ грн.}$$

Капітальні вкладення у виробничі будівлі та споруди визначають, виходячи з об'єму цеху і усереднених нормативів вартості будівельних конструкцій та промислових проводок.

Розрахунки капітальних вкладень (враховуючи середні ринкові ціни на елементи будівельно-монтажних робіт) на будівництво цеху приведені в таблиці 7.5.

Таблиця 7.5 – Розрахунки капітальних вкладень на будівництво цеху

Елементи капітальних вкладень	Одиниця вимірювання	Об'єм будівлі, м³	Вартість, тис. грн	
			одиниці	загальна
1	2	3	4	5
Виробничі приміщення	м³	7200	875	6300
Водопостачання			7,0	50,4
Каналізація			6,0	43,2
Електропроводка			10	72,0
Вентиляція			8	57,6
Всього			6523,2	
Побутові приміщення	м³	7200	462	3326,4
Водопостачання			7	50,4
Каналізація			6	43,2
Електропроводка			8	57,6
Вентиляція			7	50,4
Всього			3528	

Продовження таблиці 6. 5

1	2	3	4	5
Зовнішній благоустрій		7200	10	72
Невраховані витрати		7200	90	648
Загальна вартість будівлі				10771,2

Розраховуємо норматив оборотних коштів. Найбільшим за розміром є поточний запас матеріалів.

Середній поточний запас (Z_m) визначається за формулою:

$$Z_m = M_d \cdot \frac{T_{\text{пост}}}{2}, \quad (7.5)$$

де M_d – середньодобове споживання сировини та матеріалів, грн;

$T_{\text{пост}}$ – інтервал поставки в днях (приймаємо в межах 15-30 днів).

Таблиця 7.6 – Розрахунок вартості сировини основних і допоміжних

Найменування видів сировини і матеріалів	Одиниця виміру	Витрати на річну програму	Оптова ціна за одиницю, грн	Коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати	Сума за річну потребу, грн.(тис.грн.)
Сировина та основні матеріали					
1	2	3	4	5	6
кварцовий пісок 2K1O302	кг	5800	7,5	1,1	47,85

матеріалів на річну виробничу програму.

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		97

1	2	3	4	5	5
кварцовий пісок 1К016	кг	6000	7,4	1,1	48,84
глина бентонітова марки П1Т1А	кг	925	8,0	1,1	9,79
молоте вугілля	кг	864	10,3	1,1	9,79
Смола БС-40	кг	120	15,6	1,1	48,84
Стабілізатор БСКМ	кг	88,7	17,0	1,1	1,66
Всього вартість сировини та матеріалів					165,12

$$З_{\text{м}} = 165\,120 \cdot 15 / 2 = 1\,238\,400 \text{ грн}$$

Величину всіх інших елементів загального нормативу оборотних коштів (транспортного, підготовчого та резервного запасів матеріалів; незавершеного виробництва; витрат майбутніх періодів; готової продукції на складі та ін.) приймаємо на рівні 50% від розрахованого нормативу поточних запасів, що складає 3,65 тис. грн. Загальний розмір капіталовкладень у формування оборотних коштів дорівнює сумі вартості всіх вказаних елементів.

Таким чином, загальний річний норматив оборотних коштів ($H_{\text{заг}}$) по об'єкту, що проектується, складе:

$$H_{\text{заг}} = 1,5 \cdot З_{\text{м}}, \quad (7.6)$$

де $З_{\text{м}}$ – норматив поточних запасів.

$$H_{\text{заг}} = 1,5 \cdot 1\,238\,400 = 1\,857\,600 \text{ грн.}$$

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Адж.
Змн.	Адж.	№ док-м.	Підпис	Дата		98

Після цього розраховуємо загальні капітальні вкладення в об'єкт, що проектується. Розрахунок загальних капітальних вкладень наведений в таблиці 7.7.

Таблиця 7. 7 – Загальні капітальні вкладення

Елементи капіталовкладень		Сума	
		тис. грн	%
Будівлі	Виробничі	6300	64,79
	Водопостачання виробничих приміщень	50,4	0,52
	Каналізація	43,2	0,44
	Електропроводка	72	0,74
	Вентиляція	57,6	0,59
	Зовнішній благоустрій	72	0,74
	Невраховані витрати	648	6,66
Устаткування	Основне технологічне	503,2	5,18
	Допоміжне	119,1	1,22
Норматив оборотних коштів		1 857,6	19,11
Всього капіталовкладень у виробничі фонди		9723,1	100

7.2.2 Витрати на паливо та енергію

До цієї калькуляції відносять вартість річних витрат технологічних енергоносіїв: електроенергії, природного газу, пари, стиснутого повітря,

гарячої води та ін. Суму витрат обчислюють у відповідності до норм витрат певних видів енергоресурсів і діючих тарифів та цін.

У разі відсутності норм витрат електроенергії використовують розрахунковий метод, за яким витрачання цього виду ресурсів визначають по встановленій потужності токоприймачів, планового фонду часу роботи відповідного устаткування та коефіцієнта втрат електроенергії.

Вартість витрат електричної енергії на освітлення та обладнання береться 1,68 грн. за кВт-год. Дані по енергозатратам приведені у таблиця 7.8.

Таблиця 7.8 - Відомість витрат енергоносіїв (електроенергії, води)

Споживачі електроносіїв	Вид енергоносія	Одиниця виміру	Річні витра-ти	Ціна електроенергії за 1 кВт · год
Операції у відповідності до технологічного процесу (технологічне та допоміжне устаткування)	електро-енергія	кВт · год	230400	1,68
Освітлення виробничих та побутових приміщень	електро-енергія	кВт · год	17240	1,68
Господарчо-санітарні потреби	Технічна вода	тис. м ³	9,0	900
Загальна річна вартість енергоносіїв				

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		100

7.2.3 Витрати на утримання і експлуатацію устаткування

Стаття "Витрати на утримання і експлуатацію устаткування" є комплексною й охоплює амортизаційні відрахування на повне відтворення виробничого устаткування, підйомно-транспортних засобів; витрати на проведення усіх видів ремонту та міжремонтного обслуговування.

Норматив витрат на цю статтю встановлюється кожним підприємством у відсотках до статті "Основна заробітна плата технологічних робітників" або балансової вартості всього технологічного, допоміжного та підйомно-транспортного устаткування.

У разі відсутності даних по підприємству-аналогу, цей норматив можна приймати на рівні 30-50% від розрахованої суми капіталовкладень у даний вид основних засобів (табл. 7.4.):

$$424,2 \cdot 0,3 = 127,26 \text{ тис.грн.}$$

7.2.4 Загальновиробничі витрати

До цієї статті планової калькуляції належать:

- амортизація основних фондів та нематеріальних активів загальновиробничого призначення;
- витрати на управління виробництвом в межах виробничого об'єкта, що проектується (оплата праці апарату управління цеху чи ділянки з відрахуванням на соціальні заходи, витрати на службові відрядження, офісні витрати в межах цеху чи ділянки);
- витрати на утримання, експлуатацію та ремонт основних фондів загальновиробничого призначення;

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
						101
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

- витрати на удосконалення технології та організації виробництва;
- витрати на освітлення, опалення, водопостачання виробничих приміщень;

Загальновиробничі та загальногосподарську витрати встановлюють на рівні 100-250% від величини статті "Основна заробітна плата технологічних робітників":

$$424,2 \cdot 2,0 = 848,4 \text{ тис.грн}$$

7.2.5 Витрати внаслідок техніко неминучого браку та інші виробничі витрати

При калькулюванні собівартості продукції "Втрати внаслідок техніко неминучого браку" та "Інші виробничі витрати" часто об'єднують в одну статтю витрат, а іноді ці обидві статті включають до складу "Загальновиробничих витрат". Норматив вказаних витрат встановлюється по даним підприємства-аналога, а при відсутності таких даних на рівні:

"Втрати внаслідок технічного неминучого браку" та "Інші виробничі витрати" 5-15% від основної заробітної плати технологічних робітників:

$$424,2 \cdot 0,1 = 42,42 \text{ тис.грн}$$

7.5.6 Адміністративні витрати

Калькуляційна стаття "Адміністративні витрати" включає витрати на обслуговування та управління підприємством: оплата праці працівників апарату управління підприємством з відрахуванням на соціальні заходи; утримання, ремонт та обслуговування загальнозаводських основних фондів;

на

					<i>Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ</i>	Арк.
						102
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

підготовку та перепідготовку кадрів; оплата послуг банків; страхування майна підприємства; витрати на сторожову та пожежну охорону; податки та інші обов'язкові платежі.

Значення цієї статті витрат встановлюється у відповідності до нормативу підприємства-аналогу, бо на різних підприємствах адміністративні витрати коливаються в межах 50-200% від основної заробітної плати технологічних робітників:

$$424,2 \cdot 0,8 = 339,66 \text{ тис.грн.}$$

7.2.7 Витрати на підготовку та освоєння нового виробництва

До цієї статті належать витрати:

- на підготовку та освоєння нової продукції;
- на освоєння нових технологічних процесів;
- на запуск у виробництво нових цехів, ділень і окремих агрегатів;
- на винахідництво і раціоналізацію.

Норматив вказаних витрат встановлюють за даними підприємства-аналога, а у разі їх відсутності на рівні 30-50% від величини статті "Основна заробітна плата технологічних робітників":

$$424,2 \cdot 0,3 = 127,26 \text{ тис.грн.}$$

7.2.8 Позавиробничі витрати на збут продукції

Дана стаття включає витрати на реалізацію продукції підприємства:

- відшкодування вантажно-розвантажувальних, складських, пакувальних, транспортних і страхових витрат;

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
						103
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

- маркетингові витрати (реклама, участь у виставках, дослідження ринку);
- витрати на гарантійний ремонт та гарантійне обслуговування;
- сплата експортного мита, митних зборів.

У відсотках до виробничої собівартості (сума 9-ти перших статей калькуляції) витрати на збут становлять близько 5-10%.

$$424,2 \cdot 0,075 = 31,815 \text{ тис.грн.}$$

7.2.9 Складання планової калькуляції собівартості продукції

На основі виконаних розрахунків розробляємо основний документ економічної частини проекту планова калькуляція собівартості продукції (табл. 7.9).

Таблиця 7. 9 – Складання планової калькуляції собівартості продукції

Статті витрат	Одиниця виміру	Кількість на річну програму	Планова ціна за одиницю, грн.	Витрати на річну програму, тис.грн.
1	2	3	4	5
1. Основні матеріали:				
– кварцовий пісок 2K ₁ O ₃ O ₂ ;	кг	5800	7,5	47,85
– кварцовий пісок 1K016;		6000	7,4	48,84
– глина бентонітова марки П1Т1А;		925	8	8,14

1	2	3	7	5
– молоте вугілля;	кг	864	10	9,79
– смола БС-40;		120	15,6	48,84
– стабілізатор БСКМ.		88,7	17	1,66
2. Паливо та енергія для технологічних цілей				
2.1 Електроенергія	кВт · год	230400	2,5	424,2
3. Основна заробітна плата технологічних робітників	-	-	-	1 192,3
4. Додаткова заробітна плата технологічних робітників	-	-	-	255,8
5. Єдиний соціальний внесок (22%)	-	-	-	318,6
6. Витрати на утримання і експлуатацію устаткування	-	-	-	127,26
7. Загальновиробничі та загальногосподарські витрати	-	-	-	848,4
8. Втрати внаслідок технологічного неминучого браку	-	-	-	42,42
9. Адміністративні витрати	-	-	-	339,36
10. Витрати на підготовку та освоєння нового виробництва	-	-	-	127,26

Річна продуктивність цеху становить 2240 кг, тому повна собівартість 1 т продукції складає

$$2 \quad 684\,435 / 2420 = 1\,198 \text{ грн/т}$$

7.3 Оцінка ефективності проектних рішень

Порівняння здійснюємо за такими показниками:

- трудомісткість продукції (зворотний показник продуктивності живої праці);
- капіталомісткість (фондомісткість) продукції;
- період окупності капітальних витрат.

Трудомісткість продукції визначається як відношення витраченої кількості праці до загального обсягу виробленої продукції. Технологічна трудомісткість одиниці продукції розраховується як сума витрат часу по окремим операціям технологічного процесу. Менш точно технологічну трудомісткість одиниці продукції розраховується як сума витрат часу по окремим операціям технологічного процесу. Менш точно технологічну трудомісткість (Т) у нормо-годинах можна розрахувати за формулою:

$$T = \frac{\chi_{\text{тех}} \cdot \Phi^{\text{пл}}}{Q}, \quad (7.7)$$

де $\chi_{\text{тех}}$ – загальна чисельність технологічних робітників, осіб;

$\Phi^{\text{пл}}$ – плановий фонд робочого часу за рік одного робітника, год.;

Q – повний річний обсяг виробництва продукції, т.

$$T = 10 \cdot 1840 / 2420 = 9,2 \text{ нормо-годин/т}$$

					Ф/181мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
						106
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

Капіталомісткість продукції (K_Q) визначається як величина загальних капітальних витрат ($K_{\text{заг}}$) у будівництво чи реконструкцію цеху, на технічне переоснащення виробництва до річного планового обсягу виробництва продукції:

$$K_Q = \frac{K_{\text{заг}}}{Q}, \quad (7.8)$$

$$K_Q = 10\,771\,200 / 2240 = 4\,808,6 \text{ грн / т.}$$

Грошовий потік за рік розраховується як сума чистого прибутку та амортизаційних відрахувань, визначених за рік експлуатації спроектованого об'єкту:

$$\text{ГП}_p = 0,82 \cdot (C - C_n) \cdot Q + \sum A, \quad (7.9)$$

де 0,82 – коефіцієнт, який враховує частку чистого прибутку у валому прибутку;

C – ринкова відпускна ціна одиниці продукції, грн;

C_n – повна собівартість одиниці продукції, грн;

Q – повний річний обсяг виробництва продукції (2240), т;

$\sum A$ – загальна річна сума амортизаційних відрахувань, грн.

Загальна річна сума амортизаційних відрахувань розраховується, виходячи з вартості основних фондів та встановлених норм амортизаційних відрахувань (табл. 7.10).

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
						107
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

Таблиця 7.10 - Розрахунок сум річних амортизаційних відрахувань

Об'єкт амортизації	Ціна, грн	Відсоток амортизації	Сума амортизаційних відрахувань, грн
Будівлі	10 771 200	8	861 696
Обладнання	622 300	24	149 352
Всього амортизаційних відрахувань			1 011 048

$$ГП_p = 0,82 \cdot (1920 - 1198) \cdot 2240 + 1\,011\,048 = 2\,337\,217,6 \text{ грн.}$$

Найбільш розповсюдженим показником економічної ефективності капітальних витрат на нове будівництво, реконструкцію, впровадження нового обладнання чи технологію, є період окупності капітальних витрат ($\Pi_{ок}$), який має критеріальний характер:

$$\Pi_{ок} = \frac{K_{заг}}{ГП_p} < \Pi_{ок}^H \quad (7.10)$$

де $ГП_p$ – річна сума грошового потоку, грн;

$\Pi_{ок}^H$ – нормативний період окупності, 3-7 років.

$$\Pi_{ок} = 10\,771\,200 / 2\,337\,217,6 = 4,6 \text{ років}$$

Робимо висновок, що зроблений проект є економічно доцільним.

Перелік техніко-економічних показників наведений в таблиці 7.11

Таблиця 7.11 - Техніко-економічні показники спроектованого формувального відділення

Найменування показника	Одиниця виміру	Значення
1	2	3
Річний плановий обсяг виробництва продукції (Q)	т	2420
Загальна площа ділянки	м ²	16 848
Виробнича площа ділянки	м ²	11 232
Капіталомісткість продукції (K _Q)	грн	4 808,6
Загальна чисельність працівників	осіб	15
Загальний річний фонд заробітної плати	грн	2 566 043
Середньомісячна зарплата одного працівника	грн	11560
Річний виробіток на одного працівника	т/особу	161,3
Технологічна трудомісткість продукції (Т)	нормо·години/т	9,2
Повна собівартість одиниці продукції	грн/т	1198
Період окупності (П _{ок})	років	4,6

8. ОСНОВНІ ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ І ОХОРОНИ ПРАЦІ

8.1 Техніка безпеки в плавильному відділенні

При здійсненні технологічного процесу в плавильному відділенні на всіх стадіях обробки матеріалів можлива поява небезпечних і шкідливих виробничих факторів:

- пил конденсації;
- виділення пари і газів;
- надмірне виділення теплоти;
- надмірні теплові випромінювання;
- підвищений рівень шуму і вібрації;
- наявність електромагнітних випромінювань;
- підвищене значення напруги в електричних мережах;
- наявність машин і механізмів, що рухаються, та рухомі частини виробничого устаткування.

До технічних заходів належать заходи з виробничої санітарії та техніки безпеки.

Заходи з виробничої санітарії передбачають організаційні, гігієнічні та санітарно-технічні заходи та засоби, що запобігають дії на працюючих шкідливих виробничих чинників. Це створення комфортного мікроклімату шляхом влаштування відповідних систем опалення, вентиляції, кондиціонування повітря; теплоізоляція конструкцій будівлі та технологічного устаткування; заміна шкідливих речовин та матеріалів нешкідливими; герметизація шкідливих процесів; зниження рівнів шуму та вібрації;

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ		
Зм.	Лист	№ докum.	Підпис	Дата			
Розроб.		Павлик В.Г.			ОСНОВНІ ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ І ОХОРОНИ ПРАЦІ	Літ.	Аркш
Перевір.		Ямшинський М.М.					Аркшів
Реценз.							110
Н. Контр.		Федоров Г.З.				КПІ, ІФФ, гр. Ф/Л-81мп	
Затверд.		Ямшинський М.М.					

встановлення раціонального освітлення; забезпечення необхідного режиму праці та відпочинку, санітарного та побутового обслуговування [11].

Заходи з техніки безпеки передбачають систему організаційних та технічних заходів та засобів, що запобігають впливу на працюючих небезпечних виробничих чинників. До них належать: розроблення та впровадження безпечного устаткування; механізація та автоматизація технологічних процесів; використання запобіжних пристосувань, автоматичних блокувальних засобів; правильне та зручне розташування органів керування устаткуванням; впровадження систем автоматичного регулювання, контролю та керування технологічними процесами, принципово нових нешкідливих та безпечних технологічних процесів [11].

До організаційних заходів належать: правильна організація роботи, навчання, контролю та нагляду з охорони праці; дотримання трудового законодавства, законодавчих та інших нормативно-правових актів з охорони праці; впровадження безпечних методів та наукової організації праці; проведення оглядів, лекційної та наочної агітації та пропаганди з питань охорони праці; організація планово-попереджувального ремонту устаткування, технічних оглядів та випробувань транспортних та вантажопідіймальних засобів, посудин, що працюють під тиском [11].

8.2 Техніка безпеки в відділенні за моделями, що витоплюються

Технологія лиття за моделями, що витоплюються являється достатньо чистим та нешкідливим процесом, як для навколишнього середовища, так і для обслуговуючого персоналу на стадії виготовлення моделі. Технологія лиття за моделями, що витоплюються вимагає наступні правила безпеки:

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		111

- Приміщення для приготування модельних складів і вогнетривких суспензій повинне бути обладнане приточно – витяжною вентиляцією\$
- Розплавляти компоненти модельних складів слід у ваннах при завантаженні їх не більш, ніж 3/4 об'єму;
- Не допускається перегрівання модельних складів, оскільки може відбутися їх розкладання з утворенням горючих газів.;
- Електронагрівальні пристрої не повинні мати відкритих нагрівачів і повинні бути заземлені;
- Піскосипні машини для обсипання моделей піском повинні забезпечуватися витяжною вентиляцією для видалення пилу;
- Готувати модельні склади і вогнетривкі суспензії, а також працювати з останніми слід в гумових рукавичках і захисних окулярах;
- Весь інструмент для плавлення, заливання повинен бути пофарбованим, добре просушеним і нагрітим до температури не менше 100 °С;
- Залити метал у форми необхідно спокійним струменем, направляючи його у середину ливникової чаші і не допускати переливу;
- При перенесенні розплавленого металу ручним ковшем його необхідно тримати збоку і позаду, щоб метал не потрапив на ноги;
- Розливати метал слід тільки в захисному одязі і захисних окулярах або в масці [11].

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
						112
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

9. БІЗНЕС-ПРОЕКТ

9.1 Команда

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Інженерно-фізичний факультет. Кафедра ливарного виробництва чорних і кольорових металів.

Лідер команди:

Павлик В.Г.(студент)

Генератор ідей:

Ямшинський М.М. (к.т.н., доцент)

Технолог:

Павлик В.Г. (студент)

9.2 Назва проекту

«Ливарний комплекс машинобудівного заводу за розробленням технології виготовлення сталевих виливків».

9.3 Короткий опис проекту

В роботі розроблені технології виготовлення деталей, які відносяться до різних груп за масою, складністю та методами їх виготовлення, та повний проект машинобудівного заводу. Перша деталь – це «Поршень», масою 220 кг який буде вилитий із сталі марки 35Л за методом лиття в піщано-глинясті

					<i>Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док-м.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Павлик В.Г.</i>			<i>БІЗНЕС-ПРОЕКТ</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Ямшинський М.М.</i>					
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>		<i>Федоров Г.З.</i>					
<i>Затверд.</i>		<i>Ямшинський М.М.</i>					
						<i>Літ.</i>	<i>Архиш</i>
							<i>Архив</i>
					<i>113</i>		
					<i>КПІ, ІФФ, гр. Ф/Л-81мп</i>		

форми. Друга деталь – «Фланець», масою 0,4 кг, його виготовлення буде здійснюватися за методом лиття за моделями, що витоплюються із марки сталі 15Л.

9.4 Бізнес-модель

9.4.1 Цінний продукт

Виготовлення сталевих литих деталей для машинобудування за стандартною номенклатурою, та індивідуальними замовленнями.

9.4.2 Сегмент споживачів

Споживачі ринку воєнного машинобудування. Аукціонерне товариство Укроборонпром.

9.4.3 Канали збуту

Канали збуту продукції використовуються прямі. Детальне знайомство з товарної продукцією відбувається через безпосередній контакт покупця з підприємством за рахунок візитів та презентацій товару. Можливий додатковий контакт за допомогою тематичних та галузевих виставок та конференцій. Збут товару виконується через інтернет-ресурси (інтернет-магазини), послуги компаній які займаються перевозкою.

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		114

9.4.4 Взаємодія з споживачами

З постійними споживачами, взаємодія відбувається через безпосередній контакт, через телефону розмову, по електронній пошті або через програми лояльності.

З потенційними споживачами – через інформаційні портали, інтернет-магазини, презентації, конференції тощо.

9.4.5 Дохід (монетизація)

Дохід буде отримуватися з продажу готової продукції, впровадження нових технологій виготовлення для інших виробів.

9.4.6 Ключові види діяльності

Види діяльності: виробнича; експериментальна; наукова; маркетингова, оборонна.

9.4.7 Ключові ресурси

Матеріальні – територія, приміщення, виробничі матеріали, фінансування.

Інтелектуальні – науково-технічні працівники, технології виготовлення, охоронні документи (патенти).

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
						115
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

9.4.8 Ключові партнери

Ключовими партнерами для компанії будуть: підприємства, які забезпечує виробничу базу; компанії які надають логістичні і маркетингові послуги; постачальники сировини та енергоресурсів для виробництва.

9.4.9 Витрати

Основними витратами будуть: оренда промислових потужностей; ресурсозабезпечення; логістика; маркетинг; підтримка інтернет-ресурсів.

9.5 Споживачі власності товару

Деталі «Поршень» та «Фланець», отримані за рахунок високотехнологічних методів виробництва, які підвищують експлуатаційний час роботи та їх зносостійкість. Водночас ці методи суттєво не підвищують собівартість продукцію і робить вироби надійними та недорогими.

9.6 Дослідження ринку

Проаналізувавши існуючий ринок продукції аналогічного призначення, висновком буде те, що виготовлення деталей, які використовуються на сьогодні для виробництва виробів аналогічного призначення можуть програвати за грошовим еквівалентом, тобто бути дорожчими за наш виріб.

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
						116
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

9.7 Дослідження конкурентного оточення

Ймовірні конкуренти : ТОВ УКРОБОРОНПРОМ ДП «ХБТЗ»; ТДВ «Булат».

9.8 Маркетингова стратегія просування

Маркетингова стратегія просування проекту скрадатиметься з:

- просування проекту в інтернет-мережах;
- участі у галузевих виставках та конференціях;
- проведення презентацій для потенційних покупців;
- зустрічей безпосередньо на підприємствах, які користуються запропонованою продукцією та проведення демонстрацій та «особистих продажів» виробів;
- поступовим опануванням ринку України та виходом на міжнародний ринок.

9.9 Елементи фінансового плану

9.9.1 Опис бізнес проекту

Мета проекту – отримання прибутку за рахунок продажу готової продукції, виготовлених за індивідуальної технологічною розробкою.

Актуальність проекту – створення конкуренто спроможної виробничою програми, яка буде забезпечувати високу якість продукції та низьку вартість виготовлення.

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
						117
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

9.9.2 Опис товару/послуги/технології

Запропоновані деталі можна використовувати для машинобудування та кораблебудування.

9.9.3 Фінансовий план

На даному етапі проекту фінансовий план досконало не прораховувався. Розраховані інвестиції для провадження у виробництво та виробництво готової продукції становить:

- оренда промислової потужності: 10 000 \$;
- відпрацювання технології в умовах виробництва: 3000 \$;
- ресурсозабезпечення: 5 000 \$;
- затрати на логістику, маркетинг, з/п: 2000 \$;

Поточна ситуація по проекту:

- проект на стадії відпрацювання та удосконалення технології в лабораторних умовах;

9.9.4 Резюме

Проект призначений для вирішення проблеми оптимально технологічних процесів, раціонального компонування ливарного комплексу, розташування ділянок та вибору високопродуктивного устаткування для оптимізації продуктивності, енерговитрат, праце місткості виробництва. Вибрані раціональні способи організації вантажопотоків комплексу, вибору транспортного обладнання, зберігання матеріалів.

Заплановані інвестиції для впровадження у виробництво на підприємстві становлять 20 000 \$.

					<i>Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ</i>	Адк.
Змн.	Адк.	№ док-м.	Підпис	Дата		118

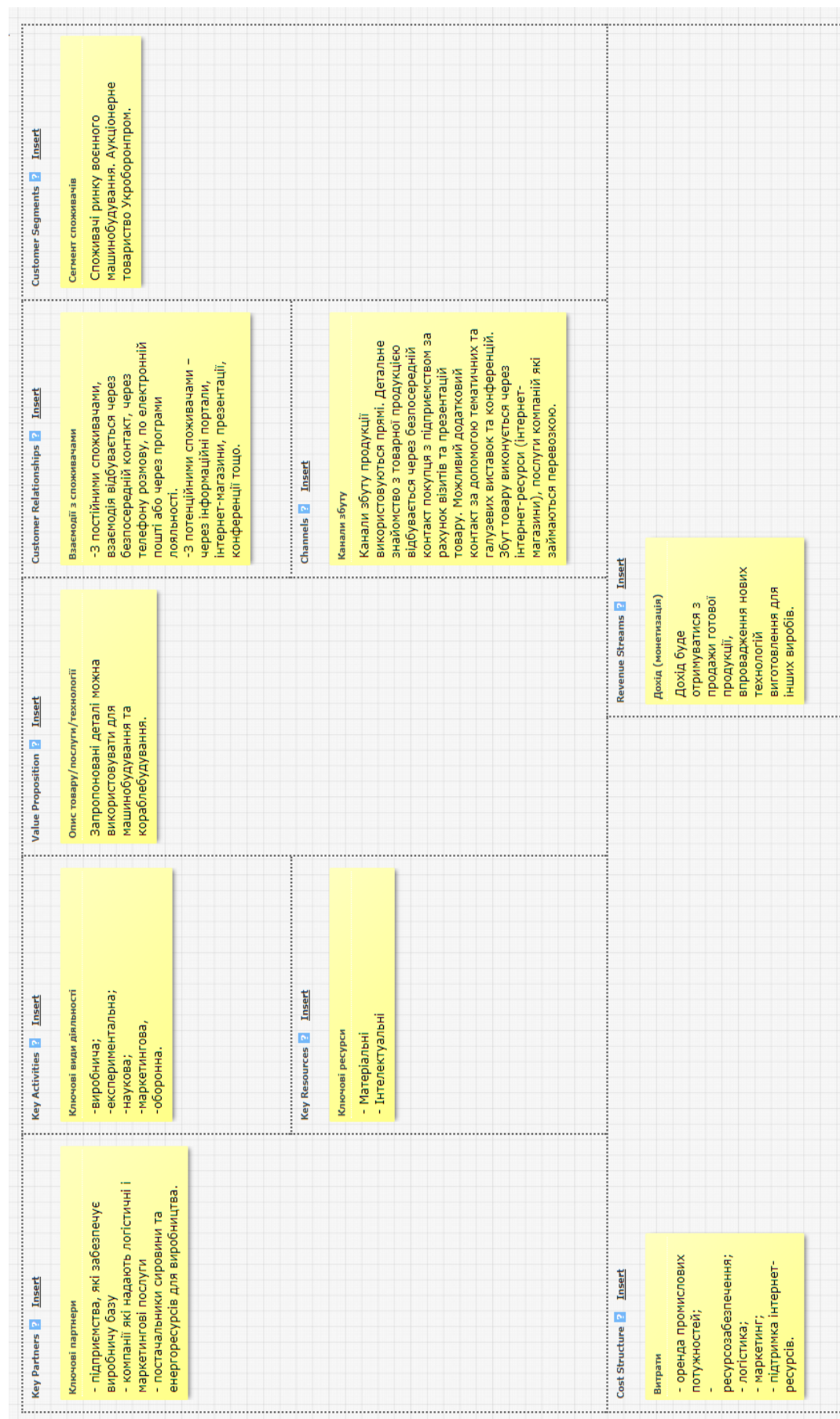


Рисунок 9.1 - Бізнес проект

ВИСНОВКИ

1. У магістерській дисертації спроектовано ливарний цех, розрахованого на випуск 2420 т придатного литва за рік. Робота може бути рекомендована для переобладнання базового цеху або для проектування цехів із серійним типом виробництва.
2. Використання на ділянці сучасного технологічного устаткування дає можливість застосовувати прогресивні технологічні процеси виготовлення виливків методом лиття в піщано-глинисті форми.
3. Розроблено технологічний процес виготовлення виливків «Поршень» та «Фланець» різними методами лиття , які можуть бути рекомендовані як типові при виробництві аналогічних сталевих виливків.
4. Запровадження механізації та автоматизації найбільш трудомістких технологічних процесів дозволяє збільшити продуктивність праці, значно покращились умови праці виробничого персоналу.
5. Розроблені заходи з охорони праці при виконанні найбільш відповідальних робіт, пов'язаних з дією шкідливих і небезпечних виробничих факторів, покращено умови праці в ливарному цеху.

					ФЛ81мп.8111.1110.000ПЗ					
Зм.	Лист	№ докum.	Підпис	Дата						
Розроб.	Павлик В.Г.				ВИСНОВКИ			Літ.	Аркш	Аркшів
Перевір.	Ямшинський М.М.									12П
Реценз.										
Н. Контр.	Федоров Г.З.							КПІ, ІФФ, зр. ФЛ-81мп		
Затверд.	Ямшинський М.М.									

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 1 Степанов Ю.А., Баландин Г.Ф., Рыбкин В.А. Технология литейного производства. – К.: Видавництво «НТУУ КП», 1985. – 712 с.
- 2 Федоров Г.Є. Проектування ливарних цехів. Підручник у 2 ч. / Федоров Г.Є., Ямшинський М.М., Могилатенко В.Г. // К.: НТУУ «КП» – 2011. – 588 с.
- 3 Иванова Л.И. Индукционные тигельные печи / Иванова Л.И., Грובה Л.С., Сокунов Б.А., Сарапулов С.Ф. - УГТУ - УПИ, 2002. 87 с.
- 4 Аксенов П.Н. Оборудование литейных цехов.– М: Машиностроение – 1977. – 510 с.;
- 5 Макаревич О. П. «Виробництво виливків із спеціальних сталей»./ Макаревич О. П., Федоров Г. Є., Платонов Є. О. // К.:Видавництво НТУУ«КП» – 2005.–712 с.
- 6 Иванов В.Н. и др. Литье по выплавляемым моделям / под общ.ред. Шкленника Я.И., Озерова В.А. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.:Машиностроение, 1984. — 408 с.: ил.
- 7 Степанов Ю.А. и др. Технология литейного производства:Специальные виды литья. Учебник для вузов по специальностям«Машины и технология литейного производства», «Литейное производством черных и цветных металлов”. – М. : Машиностроение, 1993. – 287с.
- 8 Дорошенко С.П., Федоров Г.Є., Ямшинський М.М., Фесенко А.М., Фесенко М.А. Опoки ливарні. – К.: ДДМА, 2008. – 120 с.
- 9 Гавриш О.А. Методичні рекомендації до розробки економічної частини дипломних проєктів і робіт / О.А. Гавриш, В.І. Кривда, С.В. Нараєвський. // К.: ІВЦ “Політехніка”. – 2010. – 54 с.

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ		
Зм.	Лист	№ докum.	Підпис	Дата			
Розроб.	Павлик В.Г.				ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ		
Перевір.	Ямшинський М.М.						
Реценз.							
Н. Контр.	Федоров Г.Є.						
Затверд.	Ямшинський М.М.						
						Літ.	Аркш
							Аркшів
							121
						КП, ІФФ, зр. Ф/Л-81мп	

- 10 Иванова Л.И. Индукционные тигельные печи / Иванова Л.И., Грובה Л.С., Сокунов Б.А., Сарапулов С.Ф. - УГТУ - УПИ, 2002. 87 с.
- 11 Злобинский Б.М. Охрана труда в металлургии. – М.: Металлургия, 1968. – 460 с.

					Ф/81мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
						122
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					Ф/Л81мп.8111.1110.000ПЗ			
Зм.	Лист	№ докum.	Підпис	Дата				
Розроб.		Павлик В.Г.						
Перевір.		Ямшинський М.М.						
Реценз.								
Н. Контр.		Федоров Г.З.						
Затверд.		Ямшинський М.М.						
					Літ.		Аркциш	Аркцишів
								123
					КПІ, ІФФ, зр. Ф/Л-81мп			

ДОДАТОК А

РАСЧЕТ ЛИТНИКОВЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ЧЕРНЫХ СПЛАВОВ
И РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ЛИТЬЯ ПО МЕТОДУ ОЗАНА И КПИ
(С) МАКАРЕВИЧ А.П. 02-ОСТ-87 V.M. 01.06 18:27
ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ РАСЧЕТА:

МАССА ЗАЛИВАЕМОГО МЕТАЛЛА: $G1 = 5.15$ [КГ]
ВЫСОТА ОТЛИВКИ ПРИ ЗАЛИВКЕ: $C = 2.25$ [СМ]
ВЫСОТА СТОЯКА С ЧАШЕЙ $H1 = 12.3$ [СМ]
ВЫСОТА ОТЛИВКИ ОТ МЕСТА ПОДВОДА МЕТАЛЛА $H2 = 0$ [СМ]
КОЛИЧЕСТВО ОТЛИВОК В ФОРМЕ $N1 = 8$ [ШТ]
КОЛИЧЕСТВО СТОЯКОВ В ФОРМЕ $N2 = 1$ [ШТ]
ЧИСЛО ШЛАКОУЛОВИТЕЛЕЙ (ЛИТНИКОВЫХ ХОДОВ): $N3 = 0$ [ШТ]
КОЛИЧЕСТВО ПИТАТЕЛЕЙ НА ОДНУ ОТЛИВКУ $N4 = 2$ [ШТ]
***** РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТСЯ ДЛЯ СТАЛИ *****

----> ЛИТЬЕ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ <----
ТОЛЩИНА (РАДИУС) ТЕПЛООВОГО УЗЛА ОТЛИВКИ $A = 18,5$ [ММ]
ШИРИНА ТЕПЛООВОГО УЗЛА ОТЛИВКИ $B = 20$ [ММ]
ДЛИНА ТЕПЛООВОГО УЗЛА ОТЛИВКИ $L = 20$ [ММ]
ФОРМА МАССИВА: БРУС ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО СЕЧЕНИЯ
ДИАМЕТР СТОЯКА $D = 28$ [ММ]
ДЛИНА ПИТАТЕЛЯ $L1 = 8$ [ММ]
ТОЛЩИНА ПИТАТЕЛЯ $A1 = 6$ [ММ]
РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА:

ДИАМЕТР СТОЯКА [ММ] $D = 28$
ТОЛЩИНА ПИТАТЕЛЯ [ММ] $A1 = 6$
ШИРИНА ПИТАТЕЛЯ [ММ] $B1 = 4,5$
ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОЛЛЕКТОРОВ ОБРАТИТЕСЬ
К ГОСТ 19551-74 ... ГОСТ 19568-74

					Ф/181мп.8111.1110.000ПЗ	Арк.
						124
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		